

**SEÑORA DIRECTORA
DIRECCION GENERAL DE GESTION AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
SU DESPACHO**

ASUNTO: MINERA SAN RAFAEL SOCIEDAD ANÓNIMA
Presenta el instrumento de Evaluación Ambiental, Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del "PROYECTO MINERO ESCOBAL", ubicado en el Kilómetro noventa y siete (97) Ruta Nacional tres (3) N, MUNICIPIO DE SAN RAFAEL LAS FLORES DEL DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

CARLOS ROBERTO MORALES MONZÓN de cuarenta y un años de edad, casado, guatemalteco, Licenciado en Zootecnia, con domicilio en el departamento de Guatemala, atentamente comparezco y,

EXPONGO:

1. Personería: Actúo en mi calidad de Gerente Administrativo y Representante Legal de la entidad MINERA SAN RAFAEL SOCIEDAD ANÓNIMA lo que acredito con fotocopia legalizada del acta de mi nombramiento, autorizada en la ciudad de Guatemala, el seis de octubre de dos mil diez por el Notario Marcelo Charnaud Bran, debidamente inscrita en el Registro Mercantil General de la República de Guatemala al número: trescientos cuarenta mil novecientos ochenta (340980) folio: trescientos doce (312) libro: doscientos sesenta y ocho (268) de Auxiliares de Comercio.
2. Notificaciones: Señalo como lugar para recibir notificaciones el kilómetro ocho punto cinco, antigua carretera a El Salvador, Centro Corporativo Muxbal, Torre Oeste, Oficina quinientos cuatro (504), el correo electrónico rmorales@sanrafael.com.gt y/o los números telefónicos 24639300, 24639376 y 59515250.
3. Razón de mi Gestión: Mi Representada actúa como promotora, desarrolladora y propietaria del "PROYECTO MINERO ESCOBAL", ubicado en el Kilómetro noventa y siete (97) Ruta Nacional tres (3) N, MUNICIPIO DE SAN RAFAEL LAS FLORES DEL DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA. El proyecto tiene como objetivo llevar a cabo la explotación minera de un yacimiento mineral.
4. Mi representada contrato los servicios ambientales de la Empresa ASESORIA MANUEL BASTERRECHEA ASOCIADOS, S.A. para el Desarrollo del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental mencionado en el párrafo anterior.
5. Por lo antes expuesto y para dar cumplimiento con lo estipulado en los artículos 8 del Decreto 68-86; 29, 30 a) y 45 del Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, Acuerdo Gubernativo número 431-2007 y sus modificaciones, mi representada por este acto presenta el instrumento de Evaluación Ambiental, Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del "PROYECTO MINERO ESCOBAL", ubicado en el Kilómetro noventa y siete (97) Ruta Nacional tres (3) N, MUNICIPIO DE SAN RAFAEL LAS FLORES DEL DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

Por lo anteriormente expuesto, atentamente

SOLICITO:

1. Que con el presente memorial y Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental adjunto, inicie la formación del expediente respectivo.
2. Que se reconozca la personería bajo la que actúo.
3. Que se tome nota de la dirección indicada para recibir notificaciones.
4. Que se tenga por presentado y se admita para su trámite el instrumento de Evaluación Ambiental, Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del "PROYECTO MINERO ESCOBAL", ubicado en el Kilómetro noventa y siete (97) Ruta Nacional tres (3) N, MUNICIPIO DE SAN RAFAEL LAS FLORES DEL DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA
5. Que luego del correspondiente estudio, análisis, consideraciones y conclusiones sobre su contenido, se apruebe el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental para el proyecto indicado, mediante la Resolución correspondiente haciendo las declaraciones que correspondan.
6. Se lleven a cabo las notificaciones de ley.

Guatemala, 08 de junio del 2011.



Lic. Carlos Roberto Morales Monzón
 GERENTE ADMINISTRATIVO
 Minera San Rafael, S.A.
 GUATEMALA

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO ESCOBAL
San Rafael Las Flores, Santa Rosa



*Elaborado por
Asesoría Manuel Basterrechea Asociados, S. A.*

GUATEMALA, JUNIO 2011.

1. ÍNDICE

1. ÍNDICE.....	1
2. RESUMEN EJECUTIVO DEL ESIA.....	17
2.1 INTRODUCCIÓN	17
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	17
2.3 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA	22
2.4 IMPACTOS DEL PROYECTO.....	26
2.5 MEDIDAS DE MITIGACIÓN	34
2.6 RESUMEN DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL	36
3. INTRODUCCIÓN.....	40
3.1 DESCRIPCIÓN DEL EIA DEL PROYECTO	42
3.2 ALCANCES DEL EIA	43
3.3 OBJETIVOS.....	44
3.4 METODOLOGÍA	44
3.5 DURACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO	45
3.6 LOCALIZACIÓN	45
3.7 JUSTIFICACIÓN	46
4. INFORMACIÓN GENERAL	48
4.1 DOCUMENTACIÓN LEGAL	48
4.2 INFORMACIÓN SOBRE EL EQUIPO PROFESIONAL QUE ELABORÓ EL EIA	48
5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	1
5.1 SÍNTESIS GENERAL DEL PROYECTO	1
5.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	5
5.3 UBICACIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA.....	11
5.4 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO	13
5.5 ÁREA ESTIMADA DEL PROYECTO	14
5.6 ACTIVIDADES A REALIZAR EN CADA FASE DE DESARROLLO DEL PROYECTO	14
5.6.1 <i>Flujograma de Actividades</i>	14
5.6.1 <i>Fase de Construcción</i>	17
5.6.2.1 Infraestructura a desarrollar	17
5.6.2.2 Equipo y Maquinaria Utilizada.....	55
5.6.2.3 Movilización de Transporte y Frecuencia de Movilización	56
5.6.3 <i>Fase de Operación</i>	57
5.6.3.1 Infraestructura a Desarrollar.....	57
5.6.3.2 Equipo y Maquinaria Utilizada.....	91
5.6.3.3 Movilización de Transporte y Frecuencia de Movilización	93
5.6.4 <i>Fase de Cierre</i>	94
5.6.4.1 Equipo y Maquinaria Utilizada.....	97
5.7 SERVICIOS BÁSICOS	97
5.7.1 <i>Abastecimiento de Agua</i>	98
5.7.1.1 Sistema de Agua Doméstico y Sistema de Agua Contra Incendios.....	102
5.7.1.2 Sistema de Control de Polvo.....	105

5.7.1.3	Círculo de Agua Fresca.....	106
5.7.1.4	Sistema de Agua para la Perforación Minera.....	106
5.7.1.5	Sistema de Agua de Sellos	106
5.7.1.6	Sistema de Agua de Proceso.....	107
5.7.2	<i>Drenajes de Aguas Servidas y Pluviales.....</i>	<i>108</i>
5.7.3	<i>Generación y Manejo de Aguas Residuales Ordinarias.....</i>	<i>108</i>
5.7.3.1	Tratamiento de Aguas Residuales Ordinarias.....	112
5.7.3.2	Descarga y Monitoreo de Aguas Residuales Ordinarias	115
5.7.3.3	Manejo de Aguas Pluviales.....	118
5.7.3.4	Generación y Manejo de Aguas Residuales Especiales.....	120
5.7.3.5	Tratamiento del Agua Residual Especial	121
5.7.4	<i>Energía Eléctrica</i>	<i>122</i>
5.7.5	<i>Vías de Acceso.....</i>	<i>124</i>
5.7.6	<i>Transporte Público</i>	<i>125</i>
5.7.6.1	Movilización de Equipo e Insumos.....	125
5.7.6.2	Equipos y Vehículos de la Empresa	125
5.7.6.3	Transporte de Empleados	126
5.7.7	<i>Mano de Obra.....</i>	<i>126</i>
5.7.7.1	Durante Fase de Construcción	126
5.7.7.2	Durante Fase de Operación	126
5.7.7.3	Durante Fase de Cierre	128
5.7.7.4	Empleos Indirectos.....	128
5.7.8	<i>Campamentos</i>	<i>128</i>
5.7.8.1	Durante Fase de Construcción	128
5.7.8.2	Durante Fase de Operación	129
5.8	MATERIA PRIMA Y MATERIALES A UTILIZAR	129
5.8.1	<i>Etapa de Construcción.....</i>	<i>129</i>
5.8.2	<i>Fase de Operación</i>	<i>129</i>
5.8.2.1	Mina Subterránea.....	130
5.8.2.2	Planta de Proceso.....	130
A.	Inventario y Manejo de Sustancias Químicas, Tóxicas y Peligrosas	131
5.9	MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS	143
5.9.1	<i>Fase de Construcción.....</i>	<i>143</i>
5.9.1.1	Desechos Sólidos, Líquidos y Gaseosos.....	143
5.9.1.2	Desechos Tóxicos Peligrosos	144
5.9.2	<i>Fase de Operación</i>	<i>144</i>
5.9.2.1	Desechos Sólidos, Líquidos y Gaseosos.....	144
A.	Desechos Sólidos	144
B.	Desechos Líquidos	145
C.	Desechos gaseosos	145
5.9.2.2	Desechos Tóxicos Peligrosos	145
5.9.3	<i>Fase de Cierre.....</i>	<i>147</i>
5.9.3.1	Desechos Sólidos, Líquidos y Gaseosos.....	147
5.9.3.2	Desechos Tóxicos Peligrosos	148
5.10	CONCORDANCIA CON EL PLAN DE USO DEL SUELO.....	148
6.	DESCRIPCIÓN DEL MARCO LEGAL (JURÍDICO).....	1
7.	INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO	1

7.1	INFRAESTRUCTURA Y EQUIPO DE LA MINA	1
7.2	COSTOS OPERACIONALES	2
8.	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO	1
8.1	GEOLOGÍA	1
8.1.1	<i>Aspectos geológicos regionales</i>	1
8.1.1.1	Aspectos hidrogeológicos regionales	5
8.1.2	<i>Aspectos geológicos locales</i>	6
8.1.2.1	Caracterización Geoquímica.....	13
8.1.3	<i>Análisis estructural y evaluación</i>	17
8.1.3.1	Aspectos hidrogeológicos relacionados	27
8.1.4	<i>Caracterización geotécnica</i>	27
8.1.5	<i>Mapa geológico del área del proyecto (AP) y área de influencia directa (AID)</i>	35
8.2	GEOMORFOLOGÍA.....	37
8.2.1	<i>Descripción geomorfológica</i>	37
8.3	SUELOS	41
8.4	CLIMA.....	46
8.4.1	<i>Estudio de las precipitaciones (variación estacional, variación interanual, variación espacial)</i>	48
8.4.2	<i>Estudio de la evapotranspiración</i>	51
8.5	HIDROLOGÍA.....	57
8.5.1	<i>Aguas superficiales y subterráneas</i>	71
8.5.1.1	Uso del agua en el área de influencia del proyecto.....	77
8.5.2	<i>Calidad del agua</i>	86
8.5.3	<i>Caudales (máximos, mínimos y promedio)</i>	86
8.5.4	<i>Cotas de inundación</i>	87
8.5.5	<i>Corrientes, mareas y oleaje</i>	88
8.5.6	<i>Vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas</i>	88
8.6	CALIDAD DEL AIRE	90
8.6.1	<i>Ruido y vibraciones</i>	95
8.6.2	<i>Olores</i>	99
8.6.3	<i>Fuentes de radiación</i>	99
8.7	AMENAZAS NATURALES.....	100
8.7.1	<i>Amenaza sísmica</i>	100
8.7.1.1	Sismicidad Histórica	101
8.7.1.2	Recurrencia Sísmica.....	102
8.7.2	<i>Amenaza volcánica</i>	105
8.7.3	<i>Movimientos en masa</i>	106
8.7.4	<i>Erosión</i>	108
8.7.5	<i>Inundaciones</i>	110
8.7.6	<i>Otros</i>	112
8.7.7	<i>Susceptibilidad</i>	112
8.7.7.1	Susceptibilidad a Sequías	112
9.	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIÓTICO	1
A.	HÁBITAT	1
A.1	<i>Hábitat Terrestre</i>	1
A.2	<i>Hábitat Acuático</i>	2
B.	ECOTOXICOLOGÍA	7
B.2	<i>Resultados</i>	8
9.1	FLORA	9
9.1.1	<i>Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción</i>	29
9.1.2	<i>Especies indicadoras</i>	29
9.2	FAUNA	30

9.2.1	<i>Especies de fauna amenazada, endémica o en peligro de extinción</i>	73
9.2.2	<i>Especies indicadoras</i>	74
9.3	ÁREAS PROTEGIDAS Y ECOSISTEMAS FRÁGILES	75
10.	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	1
10.1	CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN	1
10.1.1	<i>Aldea La Cuchilla</i>	3
10.1.2	<i>Aldea Los Planes</i>	3
10.1.3	<i>Comunidad Las Nueces</i>	4
10.1.4	<i>San Rafael Las Flores (casco urbano)</i>	5
10.1.5	<i>Aldea El Fucío</i>	6
10.1.6	<i>Aldea Sabana Redonda</i>	7
10.1.7	<i>Aldea El Volcancito</i>	8
10.1.8	<i>Aldea San Juan Bosco</i>	9
10.1.9	<i>Aldea Estanzuelas</i>	10
10.1.10	<i>Aldea El Quequexque</i>	11
10.1.11	<i>Morbilidad</i>	12
10.1.12	<i>VIH/SIDA, Malaria, Dengue y Enfermedad de Chagas</i>	14
10.1.13	<i>Mortalidad</i>	15
10.1.14	<i>Tasas de mortalidad</i>	16
10.2	SEGURIDAD VIAL Y CIRCULACIÓN VEHICULAR	18
10.3	SERVICIOS DE EMERGENCIA.....	21
10.4	SERVICIOS BÁSICOS	21
10.4.1	<i>La Cuchilla</i>	21
10.4.2	<i>Los Planes</i>	22
10.4.3	<i>Las Nueces</i>	22
10.4.4	<i>San Rafael Las Flores (casco urbano)</i>	22
10.4.5	<i>El Fucío</i>	22
10.4.6	<i>Sabana Redonda</i>	23
10.4.7	<i>El Volcancito</i>	23
10.4.8	<i>San Juan Bosco</i>	23
10.4.9	<i>Estanzuelas</i>	24
10.4.10	<i>El Quequexque</i>	24
10.5	PERCEPCIÓN LOCAL SOBRE EL PROYECTO.....	24
10.5.1	<i>Antecedentes</i>	24
10.5.1.1	<i>Programa de información</i>	24
10.5.1.2	<i>Talleres participativos</i>	29
10.5.2	<i>Metodología participativa</i>	30
10.5.2.1	<i>Información presentada en las dos primeras secciones de la agenda abordada con cada comunidad</i>	31
10.5.2.2	<i>Presentación de la consulta con la comunidad en el ámbito del Estudio de Impacto Ambiental</i>	32
10.5.3	<i>Resultados de la Consulta</i>	33
10.5.3.1	<i>Comunidades próximas al Proyecto</i>	33
10.5.3.2	<i>Comunidades más alejadas dentro del área de influencia directa</i>	41
10.6	INFRAESTRUCTURA COMUNAL	56
10.7	DESPLAZAMIENTO Y/O MOVILIZACIÓN DE COMUNIDADES.....	60

10.8	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE CULTURAL; VALOR HISTÓRICO, ARQUEOLÓGICO, ANTROPOLÓGICO, PALEONTOLÓGICO Y RELIGIOSO.....	60
10.8.1	<i>Descripción del ambiente cultural y valor histórico.....</i>	60
10.8.2	<i>Evaluación Arqueológica</i>	61
10.8.2.1	Antecedentes.....	62
10.8.2.2	Metodología.....	64
10.8.2.3	Resultados.....	65
10.8.2.4	Conclusiones y Recomendaciones.....	71
10.9	PAISAJE.....	72
10.10	ÁREAS SOCIALMENTE SENSIBLES Y VULNERABLES.....	72
11.	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	1
11.1	ALTERNATIVAS CONSIDERADAS.....	1
11.1.1	<i>Extracción del Mineral.....</i>	1
11.1.1.1	Mina Superficial o a Cielo Abierto	1
11.1.1.2	Mina Subterránea.....	2
11.1.2	<i>Procesamiento del Mineral.....</i>	3
11.1.2.1	Cianuración	3
11.1.2.2	Flotación.....	4
11.2	ALTERNATIVA SELECCIONADA	5
12.	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	1
12.1	IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	4
12.1.1	<i>Metodología.....</i>	4
12.2	ANÁLISIS DE IMPACTOS	11
12.2.1	<i>Análisis de los impactos ambientales durante la etapa de construcción de las instalaciones y facilidades.....</i>	11
12.2.1.1	Calidad del Aire	12
12.2.1.2	Ruido y Vibraciones.....	13
12.2.1.3	Agua Superficial.....	14
12.2.1.4	Agua Subterránea	16
12.2.1.5	Suelo	17
12.2.1.6	Subsuelo.....	18
12.2.1.7	Flora y Fauna Silvestre	18
12.2.1.8	Medio Socioeconómico.....	20
12.2.1.9	Recursos Culturales e Históricos	23
12.2.1.10	Paisaje y Visual	23
12.2.2	<i>Análisis de los impactos ambientales durante la etapa de extracción y procesamiento del mineral y mantenimiento de instalaciones y facilidades</i>	24
12.2.2.1	Calidad del Aire	25
12.2.2.2	Ruido y Vibraciones.....	26
12.2.2.3	Agua Superficial.....	37
12.2.2.3	Agua Subterránea	48
12.2.2.5	Suelo y Subsuelo.....	60
12.2.2.6	Flora y Fauna Silvestre	61
12.2.2.7	Medio Socioeconómico.....	62
12.2.2.8	Recursos Culturales e Históricos	63
12.2.2.9	Paisaje y Visual	63
12.2.3	<i>Análisis de los impactos ambientales durante la etapa de cierre de la mina</i>	64
12.2.3.1	Calidad del Aire	65

12.2.3.2	Ruido y Vibraciones.....	66
12.2.3.3	Agua Superficial.....	67
12.2.3.4	Agua Subterránea.....	68
12.2.3.5	Suelo.....	69
12.2.3.6	Subsuelo.....	70
12.2.3.7	Flora y Fauna Silvestre.....	71
12.2.3.8	Medio Socioeconómico.....	71
12.2.3.9	Recursos Culturales e Históricos.....	72
12.2.3.10	Paisaje y Visual.....	73
12.2.4	<i>Valoración de los Impactos al ambiente.....</i>	74
12.2.4.1	Metodología.....	74
12.3	EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOCIAL.....	78
12.4	SÍNTESIS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	82
13.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	1
13.1	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL (PGA).....	1
A.	<i>Programa de Mitigación de los Impactos en Superficie.....</i>	5
A.1	Medidas de Protección a la Calidad del Aire.....	5
A.2	Medidas para el Control del Ruido y Vibraciones.....	6
A.3	Manejo de la Erosión y Control de Sedimentos.....	8
A.3.1	Descripción de las Mejores Prácticas de Manejo.....	8
A.4	Protección de la Calidad del Agua y Control de su Cantidad.....	15
A.4.1	Plan de manejo de aguas naturales y de proceso.....	16
A.5	Manejo de Flora y Fauna.....	31
A.5.1	Plan de Manejo de la biodiversidad.....	33
A.5.2	Programa de Manejo de flora y fauna.....	34
A.5.3	Programa de Manejo de vida acuática.....	38
A.5.4	Fase de educación ambiental y capacitación.....	38
A.5.5	Fase de monitoreo y evaluación.....	39
A.6	Medidas para la conservación del sitio San Rafael Las Flores.....	40
A.6.1	Plan de Manejo y Conservación:.....	43
A.6.2	Plan de manejo de visitantes.....	45
A.6.3	Plan de educación ambiental: Área cultural.....	45
A.7	Medidas para reducir los cambios al Paisaje.....	46
A.8	Medidas para el medio Socioeconómico.....	49
A.8.1	Plan de Participación Pública.....	50
A.9	Medidas para la Salud y Seguridad Ocupacional.....	54
A.9.1	Manipulación Segura de Productos Químicos.....	63
A.9.2	Manipulación de Sustancias Inflamables y Combustibles.....	64
A.9.3	Gestión de Equipo de Protección Personal (EPP).....	65
A.9.4	Vigilancia Médica Ocupacional de Colaboradores.....	66
A.9.5	Identificación de riesgos.....	67
A.9.6	Programas específicos de Salud Ocupacional.....	72
A.10	Plan de Manejo de Materiales Peligrosos.....	77
A.10.1	Políticas Corporativas.....	78
A.10.2	Regulaciones, Guías y Otros Documentos.....	78
A.10.3	Actividades de Manejo.....	79
A.10.4	Evaluación de los Peligros: Sustancias Químicas y Combustibles.....	80
A.10.5	Almacenamiento de Combustibles.....	83
A.10.6	Almacenamiento de Explosivos.....	83
A.10.7	Almacenamiento de Líquidos en Barriles y otros Contenedores.....	84
A.10.8	Cuidado de las Instalaciones (Housekeeping).....	86
A.10.9	Manejo de Desechos.....	89
B.	<i>Programa de Mitigación de los Efectos bajo Tierra.....</i>	94
13.2	ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO Y EJECUTOR DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	96

13.3	SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA AMBIENTAL (MONITOREO)	96
13.3.1	<i>Calidad Ambiental</i>	98
13.3.1.1	Calidad del Aire Ambiental	98
13.3.1.2	Niveles de Presión Sonora	100
13.3.1.3	Vibraciones	103
13.3.1.4	Calidad del Agua	103
13.3.1.5	Geoquímica de la Roca Estéril y Colas Secas	112
13.3.4	<i>Desempeño del Plan de Manejo de Materiales Peligrosos</i>	114
13.3.4.1	Inspecciones	114
13.3.4.2	Auditorías Internas	115
13.3.4.3	Revisión y evaluación del Plan	116
13.3.4.4	Indicadores del desempeño	116
13.3.5	<i>Monitoreo Biológico</i>	119
13.3.5.1	Biológico Terrestre	119
13.3.5.2	Biología Acuática	122
13.3.6	<i>Salud y Seguridad Ocupacional</i>	126
13.3.7	<i>Divulgación</i>	127
13.3.8	<i>Resumen del Plan de Monitoreo</i>	127
13.4	PLAN DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL PARA LA FASE DE ABANDONO O CIERRE	129
13.4.1	<i>Beneficios de la Planificación Oportuna</i>	129
13.4.2	<i>Objetivos de la Recuperación y la Clausura</i>	130
13.4.3	<i>Descripción de la Restauración y la Recuperación</i>	131
13.4.4	<i>Uso de la Tierra después del Cierre de la Mina</i>	131
13.4.5	<i>Recuperación y Clausura por Áreas o Instalación</i>	132
13.4.5.1	Portales e Instalaciones Subterráneas	132
13.4.5.2	Portal de la Mina y Clausura de las Rampas de Acceso	133
13.4.6	<i>Instalaciones de Proceso</i>	135
13.4.7	<i>Depósito de Colas Secas</i>	137
13.4.8	<i>Estructuras y Edificaciones Auxiliares</i>	138
13.4.8.1	Caminos, Puentes, y Estructuras de Desagüe	138
13.4.8.2	Polvorín	138
13.4.8.3	Garita de Vigilancia del Polvorín	138
13.4.8.4	Tanque de Agua Potable y Clorinador	138
13.4.8.5	Tanque de Agua Contra Incendios	139
13.4.8.6	Taller de la Mina	139
13.4.8.7	Instalaciones de Lavado de Equipo Móvil	139
13.4.8.8	Instalación de Operaciones de la Mina	139
13.4.8.9	Vestidores	139
13.4.8.10	Edificio de Seguridad Industrial y Equipo de Rescate	140
13.4.8.11	Instalación Médica	140
13.4.8.12	Oficinas Administrativas	140
13.4.8.13	Guardería	140
13.4.8.14	Caseta de Vigilancia	141
13.4.8.15	Bodega	141
13.4.8.16	Instalación de Tratamiento de Aguas Residuales	141
13.4.8.17	Incinerador	141
13.4.8.18	Subestación	141
13.4.9	<i>Desarrollo Residencial</i>	142
13.5	MANEJO DE ESCORRENTÍA	142
13.6	REVEGETACIÓN	142
13.7	MONITOREO AMBIENTAL	143
14.	ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE CONTINGENCIA	1
14.1	Introducción	1
14.2	Propósitos y Objetivos	1

14.3	Responsabilidades	2
14.4	Evaluación y Revisión de este Plan.....	3
14.5	Necesidad de este Plan.....	3
14.6	Requisitos y Compromisos Legales	3
	14.6.1 Aspectos Legales.....	3
	14.6.2 Política de Responsabilidad Social Empresarial.....	4
	14.6.3 Prácticas Ambientales Internacionales	4
14.7	Descripción del Proyecto y Análisis de Riesgo	5
	14.7.1 Descripción del Proyecto	5
	14.7.2 Actividades durante la Construcción.....	5
	14.7.3 Actividades Durante la Operación	6
	14.7.4 Equipo Minero para la Construcción y la Operación	7
	14.7.5 Materiales Peligrosos Usados Durante la Construcción y la Operación	8
	14.7.6 Evaluación del Riesgo.....	8
	14.7.7 Seguros.....	10
	14.7.8 Organización y Responsabilidades	10
	14.7.9 Comunicación y Coordinación	12
14.8	Equipos y Recursos para la Respuesta a Emergencia	13
	14.8.1 Equipos de Comunicación	13
	14.8.2 Equipo para la Contención de Derrames de Sustancias Peligrosas	13
	14.8.3 Equipo de Primeros Auxilios.....	14
	14.8.4 Equipos para la Extinción de Incendios	14
	14.8.5 Ambulancia	15
	14.8.6 Designación de un Sitio para Aterrizaje de Helicópteros	15
14.9	Posibles Escenarios de Emergencia y Respuesta	16
	14.9.1 Derrames de Hidrocarburos y Sustancias Químicas	16
	14.9.2 Respuesta en Caso de Derrames de Combustibles o Químicos.....	18
	14.9.2.1 Limpieza en Seco	18
	14.9.2.2 Limpieza en Húmedo	19
	14.9.2.3 Limpieza de Derrames de Cianuros (Sólidos o Líquidos)	19
	14.9.2.4 Derrames Durante el Transporte de Combustible	20
	14.9.2.5 Mediciones Ambientales	20
14.10	Desastres Naturales.....	21
	14.10.1 Movimientos en Masa.....	22
	14.10.2 Terremotos.....	22
	14.10.3 Derrumbe de Taludes.....	24
	14.10.4 Accidente Ofídico.....	26
	14.10.5 Ataque de Abejas Africanizadas.....	28
14.11	Incendios/Explosiones.....	29
14.12	Emergencias en la Mina Subterránea	30
	14.12.1 Manual de Emergencias en Mina Subterránea	31
	14.12.1.1 Protocolo Durante una Emergencia en Subterráneo.....	32
	14.12.1.2 Incendio en Mina Subterránea	33
	14.12.1.3 Emergencia por Alarma de Gas Fétido (Olfativa)	34
	14.12.1.4 Conducta y Protocolo en una Estación de Refugio	35
	14.12.1.5 Acción de Seguimiento a la Alarma de Gas Fétido	36
	14.12.1.6 Otras Emergencias Subterráneas	36
	14.12.1.7 Equipo de Control de Emergencias	37
	14.12.1.8 Información Relevante.....	38
	14.12.1.9 Personal Clave y Suministros.....	38
	14.12.2 Emergencias Médicas/Accidentes	45
	14.12.3 Respuesta a Emergencias Externas.....	45
	14.12.3.1 Apagón Eléctrico.....	46
14.13	Asuntos de Seguridad que Requieren Intervención Policial	47
	14.13.1 Robo	48

14.13.2	Asalto a Mano Armada	48
14.13.3	Manifestaciones, Huelgas Violentas y Disturbios.....	49
14.13.4	Secuestro y Extorsión	49
14.13.5	Sabotaje con Daño Ecológico y Eco-terrorismo	50
14.13.6	Limpieza y Retorno a la Normalidad	51
14.13.7	Entrenamiento y Simulacros	52
14.13.8	Documentación	53
14.14	Preparación de un Plan de Comunicación ante una Crisis	53
15.	ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD	1
15.1	PRONÓSTICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	3
15.1.1	<i>Ambiente Abiótico</i>	4
15.1.2	<i>Ambiente Biótico</i>	6
15.1.3	<i>Ambiente Socioeconómico y Cultural</i>	7
15.2	SÍNTESIS DE COMPROMISOS AMBIENTALES, MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y DE CONTINGENCIA.....	9
15.3	POLÍTICA AMBIENTAL DEL PROYECTO.....	12
16.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	1
17.	ANEXOS	3
Anexo 1:	Documentos Legales de la empresa propietaria del proyecto	
Anexo 2:	Acta Notarial de compromiso ambiental	
Anexo 3:	Documentos legalizados de la Empresa que realiza el EIA	
Anexo 4:	Planos del Proyecto	
Anexo 5:	Plan de manejo de aprovechamiento forestal, Ing. Agr. Rigoberto Carrillo	
Anexo 6:	Plan para el manejo de aguas superficiales, Ing. Julio Masis, M3 Engineering	
Anexo 7:	Análisis geotécnico, Geocimsa	
Anexo 8:	Análisis físico químico de colas	
Anexo 9:	Evaluación geotécnica preliminar proyecto Escobal, Pakalnis y Asociados	
Anexo 10:	Propuestas de la empresa Ambioconsult para el sistema de tratamiento de las aguas residuales domésticas	
Anexo 11:	Memoria del cálculo del sistema de abastecimiento de agua potable, y drenajes pluvial y sanitario, Ing. Mario Hernández	
Anexo 12:	Hojas de seguridad de productos químicos	
Anexo 13:	Estudio hidrogeológico, Global Resources Engineering	
Anexo 14:	Datos recolectados a la fecha y acreditación del laboratorio que realizó los análisis de calidad del agua, aire y niveles de sonido	
Anexo 15:	Estudio del tránsito promedio diario en el tramo de la RD-3, Ing. Edgar de León	
Anexo 16:	Constancias de participación pública	
Anexo 17:	Estimación inicial de vibraciones inducidas por detonaciones, Geo Ciencia Aplicada	
Anexo 18:	Aforos realizados en río cercanos al proyecto, Soluciones Analíticas	

Índice de Cuadros

Número	Descripción	Página
2.1	Resumen del plan de gestión ambiental	
2.2	Síntesis de los compromisos ambientales	
5.1	Coordenadas del proyecto	
5.2	Coordenadas del área de la licencia a solicitar	
5.3	Resumen de criterios de diseño	
5.4	Análisis ICP de metales de colas	
5.5	Contabilidad de ácido-base en colas	
5.6	Composición química de lixiviados de colas	
5.7	Equipo requerido para la construcción	
5.8	Recurso mineral del proyecto	
5.9	Balance del material extraído de la mina	
5.10	Resumen de la producción total de mineral, concentrado y estériles	
5.11	Desarrollo de la mina	
5.12	Valores de RMR de Escobal	
5.13	Producción y características de los concentrados	
5.14	Equipo para operación del proyecto	
5.15	Movilización de transporte durante la operación	
5.16	Equipo para el cierre técnico del proyecto	
5.17	Resumen del balance general de agua	
5.18	Unidades Hunter de demanda por artefacto	
5.19	Unidades Hunter de descarga por artefacto	
5.20	Diámetro de tuberías según unidades Hunter	
5.21	Tamaño de ramales y bajantes	
5.22	Ventajas del sistema de tratamiento por filtros percoladores	
5.23	Ventajas del sistema de tratamiento por filtros percoladores	
5.24	Requisitos del agua para descarga en cuerpos receptores generadores nuevos	
5.25	Requisitos del agua para reuso	
5.26	Requisitos de los lodos para descargar al suelo	
5.27	Calidad del agua para época seca	
5.28	Puestos de trabajo por Departamento	
5.29	Empleos indirectos	
5.30	Insumos a ser utilizados por me en la mina	
5.31	Consumo de reactivos utilizados en el proceso	
5.32	Cantidad de reactivos que será almacenado	
5.33	Riesgos según el NFPA	
5.34	Equipos de protección personal recomendados por reactivos	
6.1	Parámetros de calidad del agua AG 236-2006	
6.2	Estándares utilizados como valores guía de calidad del aire	
6.3	Guías de calidad del aire ambiente de OMS	
6.4	Estándares de presión sonora	
6.5	Niveles de contaminantes	
8.1	Resultado de ABA de 47 muestras de roca	
8.2	Clasificación total de la roca del proyecto	
8.3	Pendiente de la microcuenca quebrada El Escobal	
8.4a	Resultado de los análisis de suelos frente a portales Este y Oeste	
8.4b	Resultado de metales pesados en muestras de suelos en el área del proyecto	
8.5	Datos generales de estaciones climáticas	
8.6	Estadísticas totales mensuales de precipitación 1960-2009	
8.7	Estadísticas de temperatura periodo 1960-2009	

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO ESCOBAL

Número	Descripción	Página
8.8	Estadísticas de humedad relativa media periodo 1960-2009	
8.9	Datos generales de estaciones hidrométricas	
8.10	Promedio de caudales mensuales	
8.11	Primera jornada de aforos	
8.12	Segunda jornada de aforos	
8.13	Estimación del promedio de caudales	
8.14	Integración de caudales en la estación La Sonrisa	
8.15	Componentes del balance hidrológico en la quebrada El Escobal	
8.16	Componentes del balance hidrológico en la microcuenca El Dorado	
8.17	Resumen de conductividad hidráulica en suelos superficiales en la cuenca del proyecto	
8.18	Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo de agua	
8.19	Variables de calidad del agua que fue analizada	
8.20	Clasificación de las aguas de la quebrada El Escobal	
8.21	Registros históricos de inundaciones en el departamento de Santa Rosa	
8.22	Puntos de muestreo de calidad de agua	
8.23	Ubicación de sitios de registro de vibraciones	
8.24	Línea base de vibraciones	
8.25	Registros históricos de eventos sísmicos	
8.26	Registro de estructura de origen volcánico en el área de influencia del proyecto	
9.1	Parámetros físico-químicos medidos in situ	
9.2	Evaluación de hábitat, 2011	
9.3	Resultados de análisis de Microtox	
9.4	Ubicación de las parcelas del proyecto minero	
9.5	Materiales y métodos utilizados para el muestreo de flora	
9.6	Cobertura vegetal en el área del proyecto	
9.7	Especies de plantas identificadas en el AP y AID del proyecto	
9.8	Riqueza de especies por parcela	
9.9	Usos de la flora registrada en el área	
9.10	Estatus de conservación de especies de flora	
9.11	Especies protegidas encontradas en el área del proyecto	
9.12	Materiales y métodos utilizados para el muestreo de fauna	
9.13	Riqueza y abundancia de nematodos	
9.14	Herpetofauna colectada	
9.15	Aves observadas en el área del proyecto	
9.16	Mamíferos registrados	
9.17	Descripción de estaciones de muestreo	
9.18	Materiales y métodos de muestreo de vida acuática	
9.19	Clasificación de Macroinvertebrados	
9.20	Especies de peces capturados	
9.21	Especies consideradas de importancia	
10.1	Diez primera causas de morbilidad general e infantil, 2007-2009	
10.2	Causas de morbilidad general y materna, 2007-2009	
10.3	Diez primeras causas de mortalidad general, 2007-1009	
10.4	Resultados toxicológicos de metales pesados en 15 adultos sanos	
10.5	Tránsito promedio diario	
11.1	Comparación entre 2 alternativas	
12.1	Resultado de medición de niveles de ruido (línea base)	
12.2	Características de las detonaciones registradas	
12.3	Monitoreo de vibraciones	

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO ESCOBAL

Número	Descripción	Página
12.4	Caudales de los aforos realizados en los ríos cercanos al proyecto	
12.5	Estimación de los tiempos de concentración de 1 a 12	
12.6	Estimaciones de la intensidad de lluvia	
12.7	Comparación de caudales pico por subcuenca	
12.8	Jerarquización de impactos ambientales	
12.9	Criterios de evaluación de impactos ambientales	
12.10	Valoración de impactos ambientales durante la construcción del proyecto	
12.11	Valoración de impactos ambientales durante la extracción y procesamiento de mineral	
12.12	Valoración de los impactos durante las actividades de cierre	
13.1	Resumen del Plan de Gestión Ambiental	
13.2	Resumen del plan de manejo de aguas naturales y de proceso	
13.3	Resumen de actividades de plan de manejo de biodiversidad	
13.4	Programa de capacitación	
13.5	Guía de señalización	
13.6	Matriz de puestos de trabajo	
13.7	Protocolo de exámenes médicos, grupo 1	
13.8	Protocolo de exámenes médicos, grupo 2	
13.9	Protocolo de exámenes médicos, grupo 3	
13.10	Programa de gestión específico de salud ocupacional	
13.11	Programa de inmunizaciones	
13.12	Estaciones de monitoreo de calidad de aire ambiental	
13.13	Estaciones de monitoreo de presión sonora	
13.14	Parámetros del programa de monitoreo de calidad del agua natural	
13.15	Estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea	
13.16	Parámetros del programa de monitoreo de calidad de agua de efluentes	
13.17	Ubicación de estaciones de muestreo en la microcuenca El Escobal	
13.18	Ubicación de las estaciones de muestreo	
13.19	Puntos de monitoreo de salud y seguridad ocupacional	
13.20	Resumen del plan de monitoreo	

Índice de Figuras

Número	Descripción	Página
5.1	Localización geográfica del proyecto	
5.2	Ubicación geográfica del proyecto	
5.3	Área general del proyecto, área de influencia directa e indirecta	
5.4	Área de solicitud de la licencia ante el MEM	
5.5	Flujograma del programa de construcción	
5.6	Flujograma de las actividades generales del proyecto	
5.7	Instalaciones del proyecto minero	
5.8	Diseño de rampas y bloques	
5.9	Desarrollo de rampas principales	
5.10	Secuencia de extracción con tiro largo	
5.11	Diagrama del flujo general del proyecto	
5.12	Esquema del proceso de trituración	
5.13	Diagrama de flujo del circuito de molienda	
5.14	Esquema del proceso de flotación	
5.15	Diagrama del flujo de circuito de flotación de pb	
5.16	Diagrama de flujo del desecado de concentrados	
5.17	Esquema del proceso de desecado de las colas	
5.18	Balance general de agua, época seca	
5.19	Balance general de agua, época lluviosa	
5.20	Código del NFPA	
5.21	Mapa de uso actual del suelo	
8.1	Mapa de geología regional	
8.2	Localización del bloque Chortí	
8.3	Modelo esquemático de la tectónica del área del proyecto	
8.4	Unidades litológicas	
8.5	Mapa geológico del área de licencia exploración Oasis	
8.6	Areniscas finas	
8.7	Andesitas porfíricas	
8.8	Coluvión con bloques de andesita	
8.9	Piroclastos de pómez	
8.10	Sitios de muestreo geoquímico	
8.11	Alineamientos principales del bloque Chortí	
8.12	Geología y estructuras regionales	
8.13	Lineaciones interpretadas a partir del mapa topográfico 1:50,000	
8.14	Sitio 1 de medición de estructurales en andesitas	
8.15	Sitio 2 de mediciones estructurales en tobas líticas	
8.16	Sitio 3 de mediciones estructurales en areniscas pardas	
8.17	Sitio 4 de mediciones estructurales en andesitas porfíricas	
8.18	Sitio 5 de mediciones estructurales en andesitas	
8.19	Sitio 6 de mediciones estructurales en andesitas	
8.20	Perforaciones donde se tomaron muestras para sondeos de núcleo	
8.21	Designación de la calidad de roca	
8.22	Pozo E09-150 perfil E806450 veta 210na227m	
8.23	Porcentaje de RQD en pozo E09-150	
8.24	Calidad de roca	
8.25	Perfil E806450	
8.26	Categorías estimadas basado en el índice Q	
8.27	Mapa geológico del área del proyecto	
8.28	Modelo de elevación del área de influencia del proyecto minero	

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO ESCOBAL

Número	Descripción	Página
8.29	Mapa de rangos de pendiente del área del proyecto	
8.30	Modificación del relieve natural por la deposición de material de excavación	
8.31	Mapa de serie de suelos	
8.32	Mapa de localización de parcelas de infiltración	
8.33	Mapa de localización de piezómetros y pozos mecánicos	
8.34	Mapa de localización de estaciones climáticas	
8.35	Mapa de clasificación climática	
8.36	Isoyetas del área del proyecto	
8.37	Localización de estaciones hidrométricas	
8.38	Hidrografía del área del proyecto	
8.39	Diagrama fluvial del río Tapalapa	
8.40	Ubicación de las pruebas de infiltración con énfasis en la microcuenca El Escobal	
8.41	Corriente intermitente quebrada El Escobal	
8.42	Ubicación y caracterización de las zonas de recarga	
8.43	Ubicación de manantiales en la microcuenca El Escobal	
8.44	Ubicación de puntos de muestreo de agua superficial y subterránea	
8.45	Diagrama de Piper para clasificación de aguas del proyecto	
8.46	Distribución de agua	
8.47	Cauce de la quebrada El Escobal	
8.48	Fuentes potenciales de contaminación	
8.49	Puntos de medición de material particulado	
8.50	Puntos de monitoreo de presión sonora	
8.51	Modelo tectónico de Guatemala	
8.52	Registro sísmico de la región del proyecto	
8.53	Mapa modificado de intensidad de Mercalli en Guatemala, evento principal	
8.54	Mapa de susceptibilidad del suelo a la erosión	
8.55	Cotas alcanzadas por crecidas máximas quebrada El Escobal	
8.56	Zonas susceptibles a sequía	
9.1	Ubicación de puntos de muestreo de flora	
9.2	Especies de flora identificadas en el área del proyecto	
9.3	Descripción general del suelo, parcela 1	
9.4	Descripción general del suelo, parcela 2	
9.5	Descripción general del suelo, parcela 4	
9.6	Descripción general del suelo, parcela 5	
9.7	Ubicación de puntos de muestreo de vida acuática	
9.8	Macroinvertebrados por estación de muestreo	
9.9	Porcentaje de individuos de EPT, díptera y otros	
9.10	Peces capturados	
9.11	Comparación de tallas de peces capturados	
9.12	Ubicación de áreas protegidas en el área de influencia del proyecto minero	
10.1	Ubicación de comunidades dentro de las microcuencas y vías de acceso	
10.2	Línea base de estructuras en las comunidades en el área del proyecto	
10.3	Mapa de reconocimiento arqueológico	
10.4	Ubicación de estructuras del proyecto minero y el sitio arqueológico	

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO ESCOBAL

Número	Descripción	Página
12.1	Visualización de las áreas del proyecto minero Escobal	
12.2	Ubicación de las áreas con guatales	
12.3a	Sitios de mediciones de niveles de sonido portal Oeste	
12.3b	Sitios de mediciones de niveles de sonido portal Este	
12.6	Valores extremos de velocidad de partículas	
12.7	Ubicación de puntos de aforo en los ríos	
12.8	Balance de agua en época seca	
12.9	Balance de agua en época lluviosa	
12.10	Delimitación de las subcuencas del área de influencia del proyecto minero	
12.11	Mapa de ubicación de pozos de infiltración	
12.12	Modelo conceptual de aguas subterráneas	
12.13	Mapa de líneas piezométricas del acuífero somero aluvial	
12.14	Mapa de líneas piezométricas del acuífero profundo	
12.15	Abatimiento de prueba de bombeo	
12.17	Simulación de infiltración de colas	
13.1	Áreas propuestas de manejo de flora y fauna	
13.2	Vista de la regeneración anual recurrente del área de colas	
13.3	Vista de la topografía del AP post cierre	
13.4	Ubicación de puntos de monitoreo de calidad del aire	
13.5	Ubicación de puntos de monitoreo de presión sonora	
13.6	Ubicación de las estaciones de monitoreo de agua superficial	
13.7a	Ubicación de puntos de monitoreo de agua subterránea y manantiales	
13.7b	Ubicación de puntos de monitoreo de agua subterránea piezómetros	
13.7c	Ubicación de puntos de monitoreo de agua subterránea pozos mecánicos	
13.8	Ubicación de puntos de monitoreo de biología terrestre	
13.9	Ubicación de puntos de monitoreo de biología acuática	
13.10	Detalle de clausura del portal	
13.11	Detalle del sello de chimenea de ventilación	

Índice de Gráficas

Número	Descripción	Página
8.1	Variación estacional de la precipitación	
8.2	Promedio de anomalías	
8.3	Variación de la precipitación en la cota de la estación climática	
8.4	Variación del promedio de temperatura media anual	
8.5	Variación estacional de la temperatura	
8.6	Variación de la humedad relativa	
8.7	Variación estacional de la humedad relativa	
8.8	Hidrograma de los promedios de caudales mensuales	
8.9	Relación entre el promedio de caudales anuales y área drenada	
8.10	Hidrograma de caudales aforados	
8.11	Promedio del caudal anual en función del área drenada	
8.12	Hidrograma adimensionales de años típicos en estación La Sonrisa	
8.13	Curva de recesión de caudales diarios	
8.14	Balance de un año con precipitación anual similar al promedio, quebrada El Escobal	
8.15	Balance de un año con precipitación anual similar al promedio, río El Dorado	
8.16	Curva de la prueba de infiltración en la microcuenca El Escobal	
10.1	Tasa de mortalidad infantil 2007-2009	
10.2	Tasa de mortalidad general 2007-2009	

Índice de Fotografías

Número	Descripción	Página
9.1	Estaciones de muestreo línea básica biológica, 2011	
9.2	Toma de muestras de agua para Ecotoxicología	
9.3	Análisis eco toxicológicos en laboratorio	
9.4	Herborización de plantas	
9.5	Equipo utilizado en laboratorio para identificación de flora	
9.6	Cultivos en el área del proyecto minero	
9.7	Barreras de vegetación en el área del proyecto minero	
9.8	Guamil en el área del proyecto minero	
9.9	Toma de muestras de suelos	
9.10	Equipo para medición de suelos in situ	
9.11	Identificación y conteo de aves	
9.12	Herpetofauna capturada	
9.13	Herpetofauna preservada	
9.14	Trampas tomahawk	
9.15	Colocación de trampas Sherman	
9.16	Medición de roedores	
9.17	Preparación de roedores para su preservación	
9.18	Perfil de suelos P1	
9.19	Perfil de suelos P2	
9.20	Perfil de suelos P4	
9.21	Perfil de suelos P5	
9.22	Diversidad de géneros de nematodos en el área del proyecto	
9.23	Herpetofauna colectada en el área del proyecto	
9.24	Aves observadas	
9.25	Mastofauna colectada	
9.26	Observación indirecta de mastofauna	
9.27	Toma de muestras con red	
9.28	Identificación taxonómica	
9.29	Pesca eléctrica en río	
9.30	Fijación de muestras en campo para su traslado a laboratorio	
9.31	Familias de Macroinvertebrados identificados	
9.32	Ejemplares más representativos de peces	
10.1	Maqueta que ilustra la forma que se utilizará para la extracción del material	
10.2	Exposición del proyecto minero	
10.3	Taller participativo en caserío Las Nueces	
10.4	Taller participativo en el Fucío	
10.5	Taller con jóvenes	
10.6	Taller con personal de instituciones públicas y privadas representadas en el municipios	
10.7	Reunión con el consejo municipal de San Rafael Las Flores	
10.8	Área portal Este	
10.9	Área portal Oeste	
10.10	Área utilizada para pastizal	
10.11	Corte donde se encontró cerámica	
10.12	Corte de montículo principal, se observa material en los alrededores	
10.13	Corte de montículo donde se observa material arqueológico	
10.14	Área de depósito de colas	
10.15	Área del depósito de cola, bosque y superficie con hojarasca	
10.16	Pedazos de Cerámica encontrada en el área de depósito de colas	
10.17	Fragmento de vasija recolectado en el área	
10.18	Obsidiana y cerámica encontrada en el área de influencia del proyecto	
10.19	Vista del material arqueológico encontrado	

2. RESUMEN EJECUTIVO DEL EsIA

2.1 Introducción

Minera San Rafael, S. A., es una empresa formada en el 2010 que se dedica a la exploración y explotación de minerales. Actualmente cuenta con la aprobación del estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto “Túneles de Exploración Minera OASIS” por medio de la resolución 262-2011/ECM/cam del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de fecha diez de febrero del dos mil once.

La campaña de exploración geológica minera, tuvo como consecuencia la delimitación en el terreno de un importante yacimiento de minerales de plata, plomo, zinc, con cantidades menores de oro. La perforación exploratoria ha delimitado un depósito polimetálico de aproximadamente 23.6 millones de toneladas de mineral, donde cada tonelada de mineral contiene alrededor de 417 gramos de plata, 0.47 gramos de oro, 0.72 kilogramos de plomo y 1.23 kilogramos de zinc. Aun cuando este yacimiento no se encuentra totalmente explorado, las teorías geológicas sugieren que la cantidad de plomo, zinc y oro podrían variar a mayor profundidad.

El documento que se presenta a continuación, corresponde al estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (estudio de EIA) para el “Proyecto Minero Escobal”, ubicado en el municipio de San Rafael Las Flores, departamento de Santa Rosa. En su mayoría el proyecto estará dentro de la microcuenca de la quebrada El Escobal y en una parte del área baja en la subcuenca del río El Dorado.

El Proyecto está ubicado 2.5 kilómetros al este de la cabecera municipal del municipio San Rafael Las Flores. San Rafael Las Flores se sitúa en el suroriente de la República de Guatemala y se localiza en la latitud 14°28'30" y longitud 90°10'40". Colinda al Norte y Oeste con Mataquesuintla (Jalapa), al Este con San Carlos Alzatate (Jalapa) y al Sur con Casillas (Santa Rosa).

2.2 Descripción del Proyecto

El Proyecto Minero Escobal (el Proyecto), consiste en la extracción de un importante yacimiento de plata, plomo, zinc y oro, por medio de una serie de labores

subterráneas. El mineral será procesado mediante flotación secuencial diferenciada para la preparación de concentrados de minerales de plata-plomo-oro y de zinc.

Las pruebas metalúrgicas desarrolladas hasta el momento concluyen que el proceso óptimo para la obtención de la plata y el oro existente en la zona de mineralización identificada, es el de flotación selectiva de los minerales (sulfuros) de plomo y de zinc, que produce un concentrado de sulfuros de plomo de alto valor que contiene la mayoría de la plata y el oro en el mineral, y un concentrado de minerales de zinc de bajo valor pero que puede ser comercializado.

En total, el Proyecto tendrá una duración de 22 años, desarrollándose de la siguiente manera: A. Construcción (1 año), B. Operación (18 años) y C. Cierre técnico (3 años). Para la construcción de la mina subterránea y la planta de proceso, se utilizará como base la infraestructura existente y que fue aprobada para la construcción de Túneles de Exploración Minera.

El Proyecto está diseñado conforme a estándares nacionales y norteamericanos, implementando procedimientos de buenas prácticas de manejo ambiental con la finalidad de minimizar los impactos sobre el medio ambiente y así cumplir con las regulaciones vigentes de la República de Guatemala.

Actividades de Construcción:

Durante el primer año se instalará la planta del proceso de flotación, que contará con una planta de trituración y molienda del mineral, pero también se conformará el depósito de colas secas de aproximadamente 21.5 hectáreas de superficie, dos depósitos de suelo orgánico de aproximadamente 7.1 hectáreas, y un área para el depósito de rocas o materiales que se puedan utilizar para el mantenimiento de caminos, que ocuparían aproximadamente 1 hectárea; cuatro piletas para la recolección de agua (pileta para la recolección de aguas provenientes del depósito de colas, pileta para agua de proceso, pileta de agua de contacto, pileta de cumplimiento ambiental), además de varias instalaciones y facilidades relacionadas como: oficinas, almacén, patios de almacenamiento de materiales, bandas transportadoras, talleres, guardería, clínica médica, sistemas de tratamiento de agua (2 para el agua del proceso y 1 para las aguas residuales domésticas), y caminos de acceso a las diferentes instalaciones, entre otras.

Actividades de extracción del mineral:

La producción de mineral del Escobal se efectuará mediante el método de “stopping” de tiro largo o barrenos largos. Este método consiste en abrir dos túneles horizontales en dos subniveles diferentes a lo largo de la veta y luego barrenar y romper con explosivos el mineral en forma vertical desde el nivel superior hacia el nivel inferior, desde donde el mineral es excavado mediante maquinaria de producción. Los túneles superior e inferior se excavarán en los límites de los bloques previamente establecidos, que permitirán ir desarrollando las galerías de extracción.

A medida que el mineral se extrae a lo largo de la veta en las galerías de producción, la estabilidad en las paredes y techo de la galería disminuirá. Esta pérdida de estabilidad se relaciona con muchos factores, siendo los principales la calidad de la roca y la inclinación de la veta. Cuando el área de apertura en la galería de producción se acerque al punto de inestabilidad, la extracción se detiene y se procede a llenar con pasta de relleno el vacío dejado por la extracción de mineral. Una vez transcurrido el tiempo de secado o fraguado de la pasta de relleno, se puede continuar con el proceso de minado. Este punto de inestabilidad ha sido calculado para cada galería individual utilizando la amplia base de datos geotécnicos reunida durante la exploración.

Actividades de procesamiento del mineral:

Las operaciones de proceso del mineral se resumen a continuación:

- Reducción de tamaño del mineral proveniente de la mina subterránea por medio de una trituradora de mandíbula (trituradora primaria) a un tamaño menor de 150 milímetros.
- Reducción de tamaño del mineral proveniente de la trituración primaria, por medio de una trituración secundaria y terciaria de cono, a un tamaño menor de 10 milímetros.
- Molienda del mineral triturado en un circuito de molino de bolas con hidrociclones, para reducir el tamaño del mineral a menos de 106 micrones.
- La planta de flotación consistirá en circuitos para la flotación selectiva de minerales de plomo y de zinc. Cada circuito de flotación consistirá en un proceso de flotación primaria y en un proceso de limpieza. El primer circuito producirá un concentrado de plomo, oro y plata de alto valor, y el segundo, un concentrado de zinc de valor bajo con contenidos redituables en oro y plata.

- El concentrado final de plomo será espesado, filtrado, colocado en sacos y cargado en camiones para su exportación. El concentrado final de zinc también se espesará, filtrará, colocará en sacos y cargará en camiones para su exportación.

Las colas de flotación, material arenoso residual del proceso minero, se espesarán, filtrarán por medio de prensas hidráulicas para remover la mayor cantidad de agua posible (aproximadamente el 88%). El agua del desecado de colas y concentrado se tratará y reciclará para usarse de nuevo en el proceso.

Las colas secas se almacenarán temporalmente con capacidad por 2 días, posteriormente serán dispuestas de la siguiente manera: Aproximadamente una tercera parte (34%), serán enviadas mediante una banda transportadora hacia el depósito de colas secas, en donde serán mezcladas y compactadas periódicamente con roca estéril, y dos terceras partes (66%) serán transportadas a través de un sistema de bandas hacia una planta de pasta de relleno (planta de concreto), en donde el material (colas) será mezclado con cemento (5% de cemento manteniendo una proporción de 4:1 de cemento y agua), el resultado de esta mezcla se utilizará para rellenar las galerías de las que se ha extraído el mineral.

El manejo adecuado de agua de lluvia es una parte integral del criterio para el diseño del depósito de colas secas. El sistema de manejo de agua de lluvia está diseñado para minimizar el contacto entre el agua de lluvia y las colas, al mismo tiempo que mantiene una separación entre el agua de lluvia y agua de infiltración hasta donde sea posible.

Se construirán cuatro piletas para almacenamiento de aguas en el Proyecto: Pileta del área de almacenamiento de escombros y colas, pileta de agua de proceso, pileta de agua impactada y pileta de cumplimiento ambiental. Las piletas fueron diseñadas para almacenar un volumen de escorrentía equivalente a una tormenta de 24 horas por un período de 100 años. Serán construidas de acuerdo con estándares norteamericanos. Las piletas serán construidas en un terreno nivelado, preparado y compactado, con taludes de tierra que no tengan inclinaciones mayores de 3H: 1V, con crestas de 3 metros de ancho. Las piletas se construirán de forma que quede un espacio libre de un metro en su máxima capacidad y colocando en el fondo y el talud un revestimiento de geomembrana. Cada pileta contará con una cerca perimetral de malla ciclónica de 2.4 metros de altura, como medida de protección.

El Proyecto contará con dos sistemas de abastecimiento de agua. El primer sistema se abastecerá de dos pozos de agua subterránea, de los cuales se extraerán alrededor de 28 galones por minuto (gpm). Este sistema proveerá el agua para uso doméstico y ocasionalmente podría proporcionar agua de adición al proceso industrial. El segundo sistema de agua será alimentado por el agua subterránea extraída de las galerías y túneles. De las labores subterráneas se tendrá que achicar unos 255 gpm y esta agua será utilizada en el proceso productivo. El agua de lluvia que tenga contacto con las áreas de procesamiento y del depósito de colas, será conducida y almacenada en dos lagunas o piletas de almacenamiento. Se estima que durante la época lluviosa, la precipitación captada en diferentes piletas podría promediar unos 160 gpm (600 litros por minuto).

Los excedentes de agua provenientes del desagüe de mina serán analizados y si fuera necesario serán tratados y almacenados en la piletta de cumplimiento ambiental, previo a su descarga en el Río El Dorado.

Una de las plantas de tratamiento para agua industrial o de proceso, será utilizada para mantener la calidad del agua del proceso en el mismo circuito de molienda y flotación. Esta planta servirá para reconstituir la calidad del agua para su utilización en el proceso y no será utilizada para descargar aguas al medio ambiente.

El objetivo de la planta de tratamiento de proceso será remoción de los sólidos suspendidos totales (SST), el cobre y el zinc, del agua del proceso. Tanto los SST como el cobre y el zinc disueltos podrían causar interferencia en el proceso de flotación, razón por la que son removidos dentro del circuito de molienda y flotación.

La segunda planta de tratamiento está diseñada para la destrucción de cianuro y la remoción de metales en el agua de proceso con miras a descargar al medio ambiente. Los requerimientos de esta segunda planta involucra la remoción de sólidos suspendidos totales (SST), metales de bajo nivel y la eliminación de cianuro. El flujo que sería tratado es aproximadamente de 218 gpm en época lluviosa y 81 gpm en época seca.

Esta planta de tratamiento para descargas de aguas de proceso es similar a la anterior, salvo que contiene un reactor para la destrucción del cianuro. La destrucción del cianuro se realiza mediante la adición peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) con sulfato de cobre (catalizador) al agua de proceso. El peróxido de hidrógeno oxida el cianuro de manera muy rápida, disminuyendo su toxicidad.

Actividades de Cierre Técnico:

A lo largo de toda la vida de la mina, se conducirá un proceso de recuperación ambiental concurrente, que permitirá la recuperación secuencial de aquellas áreas que ya no sean utilizadas activamente. Este proceso permitirá ir recuperando algunas secciones del depósito de colas e ir rellenando galerías subterráneas conforme el avance de la producción. Luego que las operaciones cesen, se tendrá una etapa final de cierre técnico ambiental, que incluye el desmantelamiento de la infraestructura, sellado de los túneles de la mina subterránea, revegetación y reforestación del área del Proyecto y monitoreo ambiental. Al final del cierre técnico, todos los pasivos ambientales serán recuperados y el área del Proyecto podrá ser utilizada para otros fines, ya sean agrícolas, forestales, recreativos o de conservación. Esta etapa cumplirá con lo descrito en el Plan de Cierre y Recuperación en el capítulo 13.

2.3 Características Ambientales del Área de Influencia

El área total del Proyecto abarca 262.13 hectáreas, terrenos que han sido adquiridos por la empresa, de las cuales serán intervenidas 115 hectáreas y en donde se visualizara una huella ambiental de 46.5 hectáreas, área donde se localizarán todas las instalaciones y facilidades y donde existe un riesgo potencial a ser impactadas.

En el escenario ambiental actual se evidencian, de manera general, dos aspectos generales relevantes: Primero, que el área de influencia directa del proyecto (286 hectáreas), comprendida por la microcuenca Escobal y la parte baja de la subcuenca del río El Dorado, está intervenida por actividades antropogénicas y Segundo, que no vive dentro de ella ninguna comunidad. Los usos actuales de la tierra en el área de influencia directa del proyecto “sin proyecto” son mayoritariamente agropecuarios (70% del área total), de los cuales los cultivos limpios abarcan el 30%, el café el 23%, los pastos el 13% y hortalizas el 4%. El bosque cubre el 11% del área total del área de influencia directa y el restante 19% son arbustos y matorrales. Las comunidades vecinas más cercanas son: Los Planes, La Cuchilla y El Fucío.

Indicado lo anterior, seguidamente se describen factores ambientales específicos que caracterizan actualmente “sin proyecto” el área de influencia del proyecto.

- Componente Abiótico

En relación al componente abiótico se puede indicar lo siguiente:

La calidad del aire, los niveles de sonido y vibraciones, como era de esperarse, muestran valores bajos y por debajo de los valores de referencia de las Guías de la OMS y de la norma del US Bureau of Mines, respectivamente. Los parámetros de calidad del aire y los niveles de sonido se han venido monitoreando trimestralmente desde marzo del 2009 a la fecha. Las vibraciones se midieron en las tres comunidades más cercanas y en otras cinco, más alejadas, datos que servirán de línea base.

Los análisis de las muestras de suelos realizados indican una fertilidad media y con muy bajas o sin concentraciones de metales pesados.

La quebrada El Escobal es intermitente y en la época seca no transporta agua, no así el río El Dorado, donde descarga la quebrada. Los nacimientos en la microcuenca no son utilizados para abastecer a ninguna comunidad. Trimestralmente desde el 2008, se miden 97 parámetros físicos, químicos y bacteriológicos en varios puntos de la quebrada (época de lluvias) y ríos. Los resultados de las concentraciones de metales pesados muestran valores desde bajos hasta cero. Las fuentes de contaminación de las fuentes superficiales y subterráneas son los residuos de agroquímicos utilizados en la agricultura, la erosión de los suelos, descargas de aguas residuales domésticas y agropecuarias.

Los sondeos geofísicos mostraron que el acuífero somero se encuentra entre los 6 y 11 metros y el profundo entre 115 y 250 metros en el área de influencia directa (microcuenca de la quebrada El Escobal y parte baja de la subcuenca del río El Dorado). Además, el nivel estático de los pozos perforados en el área de San Rafael Las Flores está entre 12 a 35 metros bajo el nivel del suelo. La calidad del agua es ligeramente alcalina, lo que provoca que el agua tenga pocos metales en solución. La conductividad hidráulica del acuífero es de 1.38×10^{-6} y se considera baja. El acuífero está compuesto por materiales volcanoclásticos de tipo andesítico.

- Componente Biótico

El área se encuentra intervenida antropogenicamente, aunque hay algunos parches de bosque. La fauna encontrada (mamíferos menores) responde a la presión de cacería de subsistencia que aún se reporta en el área. Las ranas de los géneros *Ptychohyla* y *Plectrohyla* encontradas pueden ser utilizadas como bioindicadoras debido al grado de endemismo y especificidad de hábitat, ya que son consideradas sensibles a los cambios ambientales que puedan ocurrir.

- Componente Socioeconómico

El municipio de San Rafael Las Flores, según información del INE, cuenta con 9,078 habitantes, siendo en su mayoría rural. El censo de población 2002 indica que el 30.96% del total de la población constituye la población económicamente activa. La rama de actividad económica más importante es la agricultura, caza, silvicultura y pesca, que absorbe al 84.12% de la PEA. Por el nivel de ocupación, el 64.74% de la PEA son agricultores o trabajadores calificados en la agricultura; el 24.47% son trabajadores no calificados (juntos integran el 89.21% de la PEA). Los dos apartados anteriores permiten afirmar que la población económicamente activa en el municipio de San Rafael Las Flores, antes de iniciar la actividad minera en 2007, era básicamente rural dedicada mayoritariamente a la agricultura y con poco grado de calificación.

Con la información del censo agropecuario 2003 e información del sistema de información de precios de mercado del MAGA y lo que indica el sistema de cuentas nacionales del Banco de Guatemala, se ha podido estimar el valor bruto de la producción agrícola y su valor agregado en el municipio de San Rafael Las Flores. El mismo se ha proyectado al 2011, según las tendencias para el sector agropecuario a nivel nacional que indican los datos del Banco de Guatemala. En ese sentido se puede estimar que el valor bruto de la producción agrícola en el año 2002 alcanzó el equivalente a Q. 42.9 millones corrientes y un valor agregado de Q. 38.5 millones. Los siete rubros de mayor importancia lo constituyen: Avicultura (granjas especializadas principalmente), café, cebolla, silvicultura (valor del estimado en consumo de leña en el municipio), maíz, ganadería bovina y la agricultura de patio en los hogares rurales. Para el año 2011 el valor agregado agropecuario se estima en Q. 75.1 millones y un valor bruto de la producción de Q. 83.7 millones.

La actividad agropecuaria se ha venido desarrollando en cerca de 4,100 hectáreas, de las cuales 39.5% se dedican a cultivos limpios, 30.4% a cultivos semipermanentes y permanentes; 14.6% a pastos, 12.8% a bosques y 2.7% a otras tierras. Hasta antes del año 2007, los terrenos adquiridos por la Empresa Minera San Rafael pertenecían a los usos de la tierra de cultivos permanentes (café), pastos (ganadería extensiva) y bosques (remanentes, donde en algunas áreas también se hacían cultivos limpios). La empresa Minera San Rafael ha adquirido los derechos de 262.13 hectáreas, que no estarán ofertando café, ganado y subproductos, leña, ni contratando mano de obra a las familias vecinas del área. Concretamente a las familias de menores recursos de las comunidades La Cuchilla y Las Nueces, les harán falta ingresos por venta de su mano de obra para las labores en el cultivo de café, pequeños lotes de tierra que arrendaban para cultivar maíz y frijol, y sobre todo leña que obtenían de esas áreas (una especie de ramoneo).

El resto de actividades económicas tienen menor importancia que el sector agropecuario. Por ejemplo, administración pública, defensa y enseñanza, genera un flujo financiero en pago de salarios anuales cercanos a Q. 10.0 millones. Las remesas familiares se estiman en Q. 4.0 millones por año, el comercio local puede estar en alrededor de Q. 8.0 millones por año, en tanto que el presupuesto de ingreso promedio de la municipalidad y que destina a gasto, ha tenido un promedio cercano a los Q. 9.0 millones. En suma, el movimiento económico anual previo a la explotación minera puede estimarse en unos Q, 106.1 millones por año.

El presupuesto de ingresos promedio 2006-2010 que manejó la Municipalidad de San Rafael Las Flores, alcanzó un monto de Q. 8.85 millones, de los cuales solamente el 1.94% son ingresos propios o internos del municipio, mientras que el 86.3% lo constituyen transferencias del gobierno central y el 11.3% restante se obtiene por préstamos de corto plazo.

Las infecciones respiratorias agudas y las enfermedades transmitidas por alimentos y agua, son las principales causas de atención en el centro de salud.

La empresa Minera San Rafael S. A., ha venido realizando actividades de exploración superficial desde el 2007 y a través del Departamento de Desarrollo Sostenible de la Empresa, se ha venido informando a las autoridades municipales, comités locales del desarrollo de las mismas mediante charlas informativas, talleres comunitarios (contabilizando más de 4,000), medios escritos, medios de radio y televisión de circuito cerrado, y ha apoyado económicamente en proyectos de desarrollo

comunitario; se han realizado visitas guiadas al proyecto y a proyectos similares en diferentes localidades (San Marcos y San Martín Honduras). Las principales inquietudes predominantes manifestadas por la población durante los talleres y charlas informativas, son en torno a la contaminación del agua, si las explosiones derrumbaran cerros, si se dejara al pueblo sin agua, si habrá problemas de salud a futuro; teniendo como principal expectativa la generación de empleo y desarrollo de las comunidades. Actualmente la Empresa tiene contratados aproximadamente 243 personas. A pesar de lo anterior, hay algunos grupos organizados y comunitarios que se oponen a las actividades mineras y no han permitido el diálogo.

2.4 Impactos del Proyecto

Los principales impactos potenciales del proyecto al ambiente se pueden resumir de la siguiente manera:

✓ Etapa de Construcción (de instalaciones y facilidades):

En esta etapa, una actividad relevante será el movimiento de tierras en 46.5 hectáreas. Esta actividad conllevará no solo el corte del terreno sino la adecuada conformación de este material en sitios adecuados. Además, la capa superficial orgánica, estimada en 140,000 m³, será trasladada hacia los dos sitios de depósito y que abarcarán alrededor de 7.1 hectáreas, donde se almacenará y conservará hasta que sea utilizada en actividades de revegetación y rehabilitación de las áreas. A pesar que el uso del suelo en las áreas a intervenir es mayoritariamente agrícola, se deberán cortar algunos árboles, para lo cual se contará con el permiso de INAB.

A continuación se hace una síntesis de los impactos potenciales de las actividades descritas anteriormente sobre los factores del medio ambiente abiótico, biótico y socioeconómico, durante el período de construcción de las instalaciones y facilidades que durará alrededor de 1 año.

Calidad del Aire:

Las emisiones de gases de combustión de los motores de la maquinaria y equipo de construcción y sobre todo, el polvo ha generarse por el movimiento de tierras afectarán la calidad del aire. Los trabajos de remoción de la capa vegetal del suelo, por el movimiento de tierras para construir las plataformas de las instalaciones y las facilidades, generarán polvo. Las emisiones de gases de combustión y el polvo

podrían también afectar a los trabajadores, y en mínimo grado a los comunitarios al no haber viviendas dentro de la AP y el AID.

Niveles de Presión Sonora y Vibraciones:

El funcionamiento del equipo y la maquinaria de construcción, durante el movimiento de tierra y por el tránsito vehicular dentro del AP, aumentarán los niveles de sonido. Las vibraciones generadas por el movimiento de maquinaria pesada durante esta fase serán mínimas.

Agua Superficial y Subterránea:

El movimiento de tierras que se deberá realizar para la construcción de las instalaciones y facilidades, será la principal actividad en superficie que podría afectar al agua superficial por el deterioro de la calidad debido al arrastre de suelo no conformado y mayor escorrentía por el cambio de uso del mismo. La construcción de las instalaciones y edificaciones que ocuparán alrededor de 46.5 hectáreas impermeabilizarán el suelo y subsuelo, afectando la infiltración y por consiguiente el acuífero superior. La descarga de aguas residuales domésticas directamente al subsuelo, así como derrames accidentales de residuos de hidrocarburos al suelo afectaría la calidad del agua subterránea. Se requerirá de perforar dos pozos para contar con agua (28 gpm) para el abastecimiento de los servicios en el campamento y oficinas, los cuales extraerán agua del acuífero profundo.

Suelo y Subsuelo:

La remoción de la capa superficial del suelo en las 46.5 hectáreas que serán intervenidas directamente afectará la estructura del suelo al removerlo, y al subsuelo al colocarle material selecto, compactarlo e impermeabilizarlo. Las descargas de las aguas residuales domésticas sin tratamiento y de desechos sólidos, de disponerse al suelo afectarían su calidad. La descarga inadecuada o derrame de residuos de hidrocarburos o cualquier otro fluido proveniente de las reparaciones de la maquinaria y equipo afectarían la calidad del suelo.

Flora y Fauna:

El corte de árboles dispersos en las 46.5 hectáreas, así como el movimiento de tierras generará un impacto sobre la flora y en algunas especies de fauna. Los niveles de sonido y la generación de polvo, así como la presencia de los trabajadores podría afectar a la fauna del AP y AID. La descarga de residuos líquidos y sólidos al suelo también podría afectar a la fauna silvestre del área.

Medio Socioeconómico:

En el ámbito socioeconómico hay varios efectos potenciales tanto positivos como negativos. Las actividades del proyecto requerirán la contratación de mano de obra (alrededor de 1,000 personas), que como para las actividades actuales de exploración, la mayoría (70%) serán personas de las comunidades vecinas y cercanas. Adicionalmente, los salarios de los trabajadores inyectarán dinero al municipio, lo que hará que se incrementen el comercio sobre todo en San Rafael Las Flores.

La empresa ha estimado invertir en esta fase 158.4 millones de dólares; con solamente el 10% que circule en San Rafael las Flores, representaría una cantidad similar al valor de la producción de la economía del municipio, sin incluir la minería. De manera directa, la expectativa es que durante esta fase se esperaría un ingreso de 20 millones de dólares en concepto de impuesto al valor agregado.

Entre los efectos potenciales negativos al ámbito socioeconómico se tiene que por el mejoramiento económico de los trabajadores, los precios de los productos de la canasta básica podría aumentar en detrimento de las familias que sus miembros no trabajan para la empresa. Otro efecto potencial negativo es la presencia de personas de otros lugares del país, con costumbres diferentes, así como el posible apareamiento de prostíbulos y de otros bares, lo cual afectaría la forma de vida del municipio, específicamente de San Rafael Las Flores. Un efecto neutral podría ser que aumentara el valor de la mano de obra para contratar a trabajadores en la agricultura, polleras, etc., lo cual será beneficioso para el contratado, pero afectará los ingresos del empresario, que lo trasladará al producto.

En relación al tráfico, habrá un aumento al inicio de la construcción, cuando se traiga la maquinaria y equipo que se necesitará; sin embargo, el resto del tiempo el tráfico será generado por 6 autobuses que llevara en la mañana a los trabajadores y los devolverá en la tarde, unos 3 camiones cisterna de combustible a la semana, y las motos de los comunitarios que trabajaran en el proyecto. El transporte del material producto del movimiento de tierra no afectará el tráfico local porque se depositará dentro de los terrenos de la empresa.

Se estima la cantidad de transporte que se movilizará: Desde el puerto hacia el Proyecto, 600 contenedores de 40' y 50' cargas sobredimensionadas; Desde cualquier parte de territorio nacional al Proyecto, 1,200 camiones; Tránsito local (San Rafael Las Flores, Mataquescuintla, Casillas, etc.), 700 camiones. La movilización del equipo

se realizará cumpliendo el Reglamento para el Control de Pesos y Dimensiones de vehículos automotores y sus combinaciones (Acuerdo Gubernativo 1084-92).

Recursos Culturales e Históricos:

El movimiento de tierras en las 46.5 hectáreas no afectará ningún vestigio arqueológico. En ese sentido, durante la etapa de diseño y ubicación de las instalaciones y facilidades, arqueólogo realizó reconocimientos para constatar que no hubiese ningún vestigio que pudiera ser afectado por el proyecto.

Paisaje y Visual:

Las instalaciones y facilidades modificarán el paisaje y la visual desde algunos puntos de la Ruta Departamental 3 (RD-3) que de San Rafael Las Flores va hacia Mataquescuintla y desde la cabecera municipal de San Rafael Las Flores. Desde las comunidades, excepto algunas viviendas de Los Planes y La Cuchilla, no será factible observar el proyecto.

El paisaje original de la AP ha sido modificado sobre todo por las actividades agrícolas. En la época de lluvias, el paisaje desde la RD-3 es muy agradable, aunque se ve afectado por los invernaderos, polleras y caminos vecinales.

✓ *Etapa de Operación (extracción y procesamiento del mineral)*

La etapa de excavación de las rampas y bahías para el acceso a la veta y la extracción de los minerales de la zona de mineralización (veta), implica el mantenimiento de las instalaciones y facilidades de apoyo, que consistirán de: i) El mantenimiento del camino de acceso; ii) Operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales del proceso, del desagüe de los túneles y de las aguas residuales domésticas; iii) Provisión de servicios de agua, electricidad, ventilación, combustible, explosivos, etc. Otra actividad relevante de la extracción del mineral serán los efectos sobre la roca y veta, así como sobre los trabajadores por las condiciones bajo tierra.

Esta etapa conllevará la adecuada conformación del material inerte y colas, estimadas en alrededor de 4.7 millones de m³, pero también la captación y bombeo del agua dentro de los túneles (desagüe) y su conducción hacia la superficie (piletas de captación). Estas actividades también implican riesgos a la seguridad y salud de los trabajadores dentro y fuera de los túneles.

Otra actividad relevante del proyecto en esta etapa será el proceso de concentrar el mineral extraído de la zona de veta. El mineral que se extraerá irá hacia los patios de apilamiento para ser inmediatamente procesado (trituración, molienda, flotación, desecado, concentrado y ensacado). En el proceso se requerirá de agua y se generará agua residual que será tratada y reciclada. Se requerirán químicos lo que implica el riesgo en su manipulación. Se generará ruido y polvo, sobre todo en el proceso de trituración y molienda y el depósito en el área de colas. Esta actividad tendrá también riesgos a la seguridad y salud de los trabajadores.

A continuación se hace una síntesis de los impactos de las actividades descritas anteriormente sobre los factores del medio ambiente abiótico, biótico y socioeconómico, durante el período de extracción y procesamiento del mineral durante los 18 años que durarán las actividades mineras.

Calidad del Aire:

Durante la etapa de extracción y procesamiento del mineral, la calidad del aire será afectada principalmente por el material particulado proveniente de trituración y molienda, transporte y depósito de colas al sitio de depósito y por la emisión de gases de combustión de los motores de la maquinaria y equipo utilizado, tanto en la superficie como bajo tierra. Adicionalmente, debido al transporte de insumos y productos por caminos de terracería y por la disposición de material estéril y del procesado al sitio de colas, se generará polvo.

Presión Sonora y Vibraciones:

En la etapa de extracción y procesamiento del mineral se producirán ruidos y vibraciones causados por las detonaciones para la extracción del mineral de la mina, así como por el transporte de insumos y productos, por el acopio de material en los depósitos de almacenamiento, incluyendo el de colas, y por la trituración y molienda.

Agua Superficial y Subterránea:

En la etapa de extracción y procesamiento del mineral, el agua superficial podría ser afectada principalmente en su calidad por la escorrentía que estará en contacto con las áreas intervenidas, principalmente el sitio de depósito de colas, si no hubiese un manejo adecuado de la misma. También la calidad del agua superficial podría ser afectada si no hubiese un tratamiento adecuado de las aguas residuales del proceso y domésticas, así como las de desagüe extraídas de la mina. Adicionalmente, los derrames accidentales de residuos de hidrocarburos podrían afectar la calidad del agua superficial. No se extraerá agua de ningún río. Se requerirá bombear 28 gpm del

acuífero profundo a través de 2 pozos mecánicos para ser utilizada en el abastecimiento humano. Adicionalmente, se estima que será necesario bombear alrededor de 255 gpm desde los túneles (agua de desagüe), cuando estos intercepten el acuífero profundo, para que permita realizar los trabajos de excavación de los mismos. El agua de desagüe por estar en contacto con la veta será tratada para remover los metales, previo a su uso en la planta de proceso del mineral o antes de descargarla en el río El Dorado; en ambos casos, luego de pasar por la pileta de cumplimiento ambiental. Además, la infiltración en el depósito de colas puede afectar el agua subterránea. El potencial impacto de la extracción de alrededor de 283 gpm del acuífero profundo (28 más 255 gpm), podría ser en los pozos mecánicos existentes en el área de influencia. También los derrames accidentales de residuos de hidrocarburos al suelo podrían afectar la calidad del agua del acuífero somero, de llegarse a infiltrar.

Suelo y Subsuelo:

Será impactado por la extracción de recursos naturales no renovables subterráneos, y el suelo por la erosión de las áreas impactadas, así como por los depósitos de inertes (escombreras), colas y de residuos sólidos domésticos y peligrosos. Alrededor de 4.7 millones de m³ serán depositados en el depósito de colas, de los cuales alrededor del 85% provienen del proceso de flotación y el restante 15% del material inerte de la excavación de los túneles de acceso a la veta. Los escurrimientos que produciría la erosión de los suelos se podrían activar únicamente durante tiempos de lluvia. La calidad del suelo puede ser afectada por derrames accidentales de sustancias químicas, sin embargo el proyecto contara con medidas de prevención.

Flora y Fauna:

La perturbación de la flora y fauna local será afectada principalmente por los procesos de transporte de insumos y productos, el procesamiento de minerales y la disposición de material en el depósito de colas. La flora del área a intervenir, será afectada permanentemente hasta que en la etapa de cierre se reconstituya con la siembra de árboles y arbustos. La migración de la fauna del lugar se producirá principalmente como consecuencia del ruido provocado por la maquinaria, vehículos, vibraciones y tránsito de vehículos y personas.

Ambiente Cultural y Socioeconómico:

El impacto económico de la actividad minera será altamente significativo para la economía de San Rafael Las Flores, porque incrementará la oportunidad de empleo, permitirá que algunas personas se constituyan en proveedoras de servicios, insumos y

productos para la empresa (carpinteros, restaurantes, casas en alquiler, gasolineras, otros), por el efecto multiplicador de la disposición de ingresos y demandas de los trabajadores de la empresa (alimentos, alquileres, lavandería, otros) y por el pago de las regalías que serán canalizadas al gobierno municipal según contempla la Ley de Minería.

El personal a contratar para el trabajo de explotación y procesamiento en la mina se estima en 525 personas, de los cuales alrededor de 368 (70%) podrían ser de la localidad, de acuerdo con las calificaciones que se requerirían para el puesto, absorbiendo poco menos del 15% de la población económicamente activa del municipio de San Rafael Las Flores.

A disponibilidad de dinero en circulación para una economía tradicional como la de San Rafael Las Flores, hará que se convierta en un punto de atracción para el desarrollo de diversos negocios, entre ellos la apertura de bares, cantinas, prostíbulos y similares; la mayor liquidez hará incrementar los precios de los bienes de la canasta básica con efectos adversos sobre personas y familias que no podrán, por diversos motivos, insertarse a la nueva influencia económica, principalmente familias campesinas pobres, así como, pérdida de la competitividad en la producción de bienes agrícolas por el encarecimiento del valor de la mano de obra.

Para la fase de operación y con datos de un año típico, la empresa estaría invirtiendo (sin incluir administración) de 60.9 millones de dólares. Si en el municipio de San Rafael Las Flores circulara el 10% de esos montos, significaría una liquidez local estimada 46.9 millones de quetzales por año.

El derecho minero (regalía y cánones) que estaría pagando la Empresa Minera San Rafael por tonelada de mineral será de 3.56 dólares, lo que significaría un total anual estimado de 4.97 millones de dólares por año. La transferencia por regalías a San Rafael Las Flores se estima que alcance 18.86 millones de quetzales por año, lo que significaría un incremental de 215% al presupuesto actual de dicha municipalidad, con lo cual se podrá mejorar la obra pública municipal (poco más de 300.0 millones de quetzales en un lapso de 18 años).

Entre los efectos potenciales negativos al ámbito socioeconómico indicados en la fase de construcción y que se manifestarán también en la fase de operación, se tiene que por el mejoramiento económico de los trabajadores, los precios de los productos de la canasta básica podría aumentar en detrimento de las familias que sus miembros no

trabajan para la empresa. Otro efecto potencial negativo es la presencia de personas de otros lugares del país, con costumbres diferentes, así como el posible apareamiento de prostíbulos y de otros tipos de bares, lo que afectaría la forma de vida del municipio, específicamente de San Rafael Las Flores. Un efecto neutral podría ser que aumentará el valor de la mano de obra para contratar a trabajadores en la agricultura, polleras, etc., lo cual será beneficioso para el contratado, pero afectará los ingresos del empresario, que lo trasladará al producto.

Durante la fase de operación del Proyecto se estima que la movilización de 50 camiones por mes (1 a 2 camiones diarios), para el transporte de insumos hacia la mina, y 180 camiones por mes (6 camiones diarios), para el transporte del producto hacia el puerto.

La economía del país recibirá los efectos positivos de la inversión en la minería que se traducirá en un multiplicador de nuevas oportunidades para los agentes económicos nacionales que podrán ofertar servicios, insumos, productos a la empresa, sus socias y sus trabajadores.

De manera directa se espera que a lo largo de la explotación minera se reciban un total de 80.6 millones de dólares en conceptos de regalías y canon minero. Anualmente se esperaría un ingreso de 6.2 millones de dólares en concepto de impuesto al valor agregado. Adicionalmente, el proyecto generará un promedio anual de 16.5 millones de dólares, en concepto de impuesto sobre la renta.

Será positivo el impacto macroeconómico en la balanza cambiaria, por el período en que se hagan las operaciones de exportación y la transferencia de utilidades a la casa matriz.

Topografía y Paisaje:

En el proceso de extracción y procesamiento del mineral, la alteración de la topografía y calidad visual se ve perturbada por las instalaciones y facilidades, así como por el área de colas.

2.5 Medidas de Mitigación

Las actividades correctivas y de mitigación han sido indicadas para cada uno de los impactos descritos anteriormente, las cuales se describen en detalle en el capítulo 13, sin embargo, a continuación se resumen algunas de las más relevantes:

Calidad del Aire:

Se realizará el riego frecuente sobre los caminos de terracería, así como el uso de maquinaria que cumpla con las normas de emisión establecidas y la implementación de un adecuado programa de mantenimiento de maquinaria y equipos. Además, el uso de equipo de protección y mascarillas para los trabajadores de la mina, considerando el área de trabajo. Dentro de la mina el polvo será succionado hacia fuera de la misma; en el área de las trituradoras y molino se contará con dispositivos para controlar el polvo (aspersión de agua, cubiertas y filtros, respectivamente). Se continuará realizando el monitoreo continuo de la calidad del aire en las comunidades más cercanas, para comprobar que los valores se mantengan por debajo de la norma de la OMS y BM.

Presión Sonora y Vibraciones:

Se implementará un adecuado programa de mantenimiento de maquinaria y equipos para controlar los niveles de ruido. Además el uso de equipo de protección auditiva para los trabajadores de la mina, considerando el área de trabajo. Se continuará realizando el monitoreo continuo de niveles de presión sonora en las comunidades más cercanas, para comprobar que los valores se mantienen por debajo de la norma de la OMS. En relación a las vibraciones, se llevará un registro de cada voladura a través de un sismógrafo; además se continuará el monitoreo en los mismos sitios de línea base, que permitirá detectar cambios fuera de los rangos aceptados, y que se mantengan por debajo de la norma del USBM.

Agua Superficial y Subterránea:

El agua del proceso o de la mina subterránea recibirá un tratamiento para garantizar la calidad de la misma, descargándose hacia la pileta de cumplimiento ambiental y si cumple con las normas de descargas, entonces serán descargadas al río El Dorado. Las aguas residuales domésticas serán tratadas antes de ser utilizadas para el control del polvo. Los lodos que se generen en el tratamiento serán descargados, estabilizados y una vez se compruebe que cumplen con los límites del Acuerdo Gubernativo 236-2006 serán depositados al suelo.

El depósito de colas contará una geomembrana en la zona central del sistema de drenaje, que disminuirá la producción de lixiviados que puedan contaminar el agua subterránea. En todo el área intervenida se instalarán obras para el control de escorrentía, así como piletas de sedimentación donde se determinará la calidad del agua, previo a conducir las a la piletta de cumplimiento ambiental y de allí, descargadas al río El Dorado; las piletas contarán con una capa impermeable en la base; además habrá un monitoreo constante de la calidad del agua en las piletas de sedimentación y de cumplimiento ambiental.

El efecto sobre los niveles de agua del acuífero profundo y los pozos mecánicos existentes, debido a la extracción de 283 gpm será monitoreado, para corroborar los resultados de los modelos utilizados.

Suelo y Subsuelo:

Las medidas de mitigación establecidas para la protección del suelo y subsuelo son: Conformar adecuadamente el material extraído en los sitios de depósito, los cuales contarán con muros o estructuras de contención; clasificar, reciclar y depositar los inertes en el relleno sanitario manual y, prevenir los derrames de residuos de hidrocarburos.

Flora y Fauna:

Los impactos sobre la flora y fauna contarán con una serie de medidas para prevenirlos, mitigarlos y compensarlos, según se presenta en el Plan de Gestión Ambiental. Entre estas medidas se puede mencionar el compromiso de reforestación y conservación de los árboles en los terrenos propiedad de la empresa, así como será prohibido hacer leña y la caza de animales.

Ambiente Cultural, Histórico y Socioeconómico

Se contará con la supervisión de un arqueólogo durante la fase de construcción. Se contratará mano de obra local de acuerdo al perfil de trabajo. Se continuarán con las actividades de apoyo comunitario. Se pagarán regalías e impuestos.

Topografía y Paisaje

Como medida de mitigación, cuando sea posible, se reconfigurarán las áreas que ya no sean necesarias para la operación del proyecto, y se sembrará una barrera viva con árboles de la zona.

2.6 Resumen del Plan de Gestión Ambiental

En el Cuadro 2.1 se resume el PGA, que incluye: a) las variables ambientales afectadas; b) la fuente generadora del impacto; c) el impacto ambiental propiamente dicho; d) la cita de la regulación ambiental relacionada con el tema; e) las medidas ambientales establecidas; f) el tiempo de ejecución de las medidas; g) el costo de las medidas; h) el responsable de aplicar dichas medidas; i) el indicador de desempeño establecido para controlar el cumplimiento; y, j) síntesis del compromiso ambiental.

2.7 Síntesis de los Compromisos Ambientales

El estudio de EIA se concibe como una herramienta de trabajo, de aplicación práctica, que permite ayudar al éxito del desarrollo del proyecto. A efecto de resumir las medidas generales de mitigación, se recomienda que conscientemente se lleve a cabo, por la empresa Minera San Rafael, lo siguiente:

- ✓ La correcta implementación de las medidas de mitigación propuestas en el presente estudio, con el objetivo de prevenir, corregir, mitigar, compensar y rehabilitar los impactos ambientales negativos previstos en el desarrollo del proyecto.
- ✓ Implementar todas las medidas de seguridad industrial y de salud humana propuestas, que contribuyan a evitar y/o minimizar los riesgos implícitos en las actividades de construcción y funcionamiento del proyecto, que incluye trabajos bajo tierra.
- ✓ Cumplir con las normas internas de la empresa, y las regulaciones nacionales e internacionales relacionadas, y así evitar impactos adversos irremediables a cualquiera de los componentes del entorno ambiental.

Si como resultado del programa de monitoreo se constata que existen medidas que no están cumpliendo su cometido o bien, en realidad no son necesarias de aplicar, el PGA deberá ser lo suficientemente flexible como para indicar claramente las nuevas acciones a tomar y los parámetros ambientales que se tomarán de referencia, con la finalidad de que efectivamente se minimicen los impactos negativos al medio ambiente.

En el cuadro 2.2 se hace una síntesis de los compromisos ambientales que estará asumiendo la Empresa Minera San Rafael, S. A.

Cuadro 2.1 Resumen del Plan de Gestión Ambiental, PGA

Variable Ambiental Afectada	Fuente Generadora	Impacto Ambiental	Regulación Ambiental	Medidas Establecidas	Tiempo de ejecución	Costo de las Medidas	Responsable de aplicar las Medidas	Indicador de Desempeño	Síntesis del Compromiso Ambiental
Calidad del Aire	Movimiento de tierras, incluye depósito del material	Polvo y Gases	D. 68-86	Regar agua. Dotar a los trabajadores de mascarillas. Dar mantenimiento a la maquinaria y equipo.	1 año	Incluir en el presupuesto: camiones cisternas, mantenimiento de maquinaria; recubrimiento plástico para tapar agregados finos, suelo y depósito de colas	Minera San Rafael	Concentración de polvo < valor de la norma OMS (150 ug/l), en los límites de la propiedad y no hay quejas de comunitarios	Mitigación del polvo y control de las emisiones de gases
	Excavación de acceso a la veta, procesamiento del mineral, depósito de colas	Gases	D. 68-86	Dar mantenimiento a la maquinaria. Ventilación Dotar a los trabajadores de mascarilla.	18 años				
		Polvo	D. 68-86	Dispositivos de control. Regar agua. Dotar a los trabajadores de mascarillas.					
Ruido y Vibraciones	Movimiento de tierras, incluye depósito del material	Ruido	D. 68-86	Dar mantenimiento a la maquinaria y equipo. Dotar de protectores de oídos.	1 año	Incluir en el presupuesto el mantenimiento del equipo y maquinaria y la dotación del equipo de protección. Costo del registro de vibraciones, calidad del aire y ruido Q. 500,000 / año. Total Q 9,000,000	Minera San Rafael	Niveles de sonido < 55 dBA y no hay quejas de comunitarios	Mitigación del ruido
	Excavación de acceso a la veta, incluye detonaciones y procesamiento del mineral, depósito de colas	Ruido	D. 68-86	Dispositivos de control. Dotar de protectores de oídos. Dar mantenimiento a la maquinaria y equipo.	18 años				
		Vibraciones	D. 68-86	Registrar las vibraciones en los sitios de línea base. Disminuir secuencias y cargas, de ser necesario					
Suelo y Subsuelo	Movimiento de tierras, incluye depósito del material, para construir las plataformas de las instalaciones y hacer las facilidades	Pérdida e impermeabilización de suelos	D-68-86; "Libro Azul, 2001"	Realizar el movimiento de tierra en época seca, si es factible. Conformar adecuadamente el material extraído en los dos sitios de depósito; Almacenar el suelo orgánico y utilizarlo en la revegetación; Evitar derramar al suelo residuos de hidrocarburo Colocar cajas de sedimentación en el camino y sitios depósito.	1 año	Algunas medidas no tienen costo ya que son preventivas. Sin embargo, se presupuestará Q. 2.000,000 para las obras de control de erosión		Llevar registro fotográfico de sitios de depósito, cajas sedimentación y a lo largo de la quebrada. Concentración de sólidos en la quebrada y ríos se mantiene en el rango reportado	Evitar la pérdida innecesaria de suelo

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO ESCOBAL

Variable Ambiental Afectada	Fuente Generadora	Impacto Ambiental	Regulación Ambiental	Medidas Establecidas	Tiempo de ejecución	Costo de las Medidas	Responsable de aplicar las Medidas	Indicador de Desempeño	Síntesis del Compromiso Ambiental
Suelo y Subsuelo	Excavación de acceso a la veta y extracción del mineral	Pérdida de material y desestabilización de roca adyacente		Reforzar la roca en los túneles. Rellenar los túneles con pasta. Conformar adecuadamente las colas en el sitio de depósito y del suelo orgánico.	18 años	Incluir en el presupuesto de la obra el reforzamiento, relleno y colas	Minera San Rafael	Bitácora del avance de la extracción del mineral y del depósito en el sitio de colas	Evitar el colapso de los túneles y deslizamiento del depósito de colas
	Basura administrativa derrame de residuos de hidrocarburos y químicos	Contaminación del suelo	D-68-86	Clasificar, reciclar y operar el relleno sanitario manual; Prevenir los derrames y contar con medidas para recolectarlo		Incluir en el presupuesto la operación del relleno y la prevención y control de los derrames de residuos		Llevar registro fotográfico que muestre que no hay basura tirada ni derrame de residuos en el suelo	Prevenir y evitar la contaminación del suelo
Aguas Superficiales y Subterráneas	Movimiento de tierras, incluye depósito del material y aguas residuales	Contaminación del agua	D-68-86 y AG-236-06	Medidas indicadas anteriormente para el suelo y subsuelo, letrinas portátiles mientras se construye la planta de tratamiento terciario	1 año	Planta de tratamiento de aguas residuales domésticas Q. 1,000,000		Medición de sólidos en el agua en la quebrada y afluentes en el área del proyecto	Prevenir el deterioro de la calidad del agua
	Aguas residuales domésticas y del proceso y derrame de residuos de hidrocarburos y químicos			Construcción, operación y mantenimiento de las dos plantas de tratamiento de aguas residuales del proceso y operación de la planta de tratamiento de aguas negras; Prevenir y controlar los derrames de residuos	18 años	Dos plantas de tratamiento de las aguas de proceso Q. 8,000,000		Llevar registro fotográfico (derrames y remediación), y de la eficiencia de las plantas de tratamiento	Tratar las aguas residuales y prevenir y controlar derrames
	Potencial generador de acidez del material extraído (ABA)			Impermeabilización del fondo, recubrimiento superficial, manejo de la escorrentía y pileta del depósito de colas		Presupuestar Q. 5.000,000 para el tratamiento y pileta del depósito de colas	Resultados de la calidad del agua superficial y subterránea	Prevenir efectos en la calidad del agua	
	Bombeo de agua de los dos pozos y del agua de desagüe de la mina	Abatimiento del nivel freático		Investigación hidrogeológica mostró que no afectará los rendimientos de los pozos mecánicos existentes, ni el acuífero somero; Tanques de sedimentación y planta de tratamiento y pileta de pulimento para el desagüe.		Presupuestar Q. 1.500,000 para tanques sedimentación y pileta de cumplimiento ambiental	Llevar registro de los niveles freáticos y de la calidad del efluente de la pileta de cumplimiento ambiental.	Prevenir efectos en los niveles freáticos y su calidad	

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO ESCOBAL

Variable Ambiental Afectada	Fuente Generadora	Impacto Ambiental	Regulación Ambiental	Medidas Establecidas	Tiempo de ejecución	Costo de las Medidas	Responsable de aplicar las Medidas	Indicador de Desempeño	Síntesis del Compromiso Ambiental
Flora Biótopos Acuáticos y Terrestres	Movimiento de tierras, incluye depósito del material	Pérdida de cobertura arbórea y arbustiva	Ley Forestal	Minimizar corte árboles; Solicitar al INAB la autorización; Cumplir con el compromiso de reforestación y conservar los árboles en los terrenos propiedad de la empresa	1 año y permanente	Q.1.000,000 reforestación; Q. 300,000 anual para mantenimiento. Total Q. 5,400,000	Minera San Rafael	Número de árboles que pegaron y áreas revegetados y conservadas en forma natural	Reforestar y lograr la revegetación natural y conservar el bosque
	Procesamiento del mineral	Afectación de organismos acuáticos y terrestres	D.68-86	Conservar las áreas con bosques de la propiedad; Regar agua (polvo); Dar mantenimiento a la maquinaria y equipo (ruido); Prohibir hacer leña y caza; Controlar las vibraciones; Tratar las aguas residuales Controlar la erosión	18 años y cierre técnico	Q. 100,000 anual. Total Q. 1,800,000		Monitoreo de la fauna, organismos acuáticos (peces)	Conservar los ecosistemas
Paisaje	Algunas instalaciones y depósito de colas	Afectación del paisaje	D.68-86	Sembrar barreras vivas con árboles de la zona	18 años y cierre técnico	Presupuesto incluido en la reforestación		Establecimiento de barreras vivas	Mitigar la afectación al paisaje
Recursos Culturales e Históricos	Movimiento de tierras, incluye depósito del material	Afectación a los recursos culturales e históricos	IDAEH	El reconocimiento de las áreas a intervenir mostró que no hay vestigios. Supervisión de arqueólogo durante la construcción y por cualquier ampliación	1 año y permanente	Presupuesto por 12 meses de arqueólogo, Total Q 60,000		Registro fotográfico de que no se encontró vestigios	Prevenir afectar el patrimonio cultural
Medio Socioeconómico	Empleo; Demanda de materiales y de servicios; Proyectos comunitarios; Plan de Participación Pública	Ingresos; Desarrollo comunitario	Código Civil; Código de Trabajo; Ley de Minería	Contratar mano de obra local de acuerdo al perfil del trabajo; Apoyar el desarrollo de proyectos comunitarios; Exigir a los trabajadores de fuera de la zona buen comportamiento; Informar a autoridades municipales y comunitarios Pago regalías, impuestos; Regalías a ex propietarios;	18 años	Q. 2.500,000 al año, aporte hacia el apoyo comunitario/1. Total Q. 45.000,000		Nómina de trabajadores; Bitácora de la implementación del Plan de Participación Pública; No hay quejas de comunitarios	Compensación a las comunidades
	Extracción y procesamiento de mineral	Accidentes	Código de Salud	Dar capacitación; Dotar de equipo protección		Incluir en el presupuesto	Registro de accidentes	Prevención de accidentes	
1/ = A la fecha se ha donado Q. 1.232,238.95									
					Total:	Q. 80,000,000			

Cuadro 2.2 Síntesis de los Compromisos Ambientales

Etapas: Construcción, Explotación y Procesamiento del Mineral y, Cierre Técnico		
Medio	Impacto	Responsable
Calidad del Aire	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los motores de la maquinaria y equipo de construcción recibirán mantenimiento adecuado y oportuno para maximizar la eficiencia de la combustión y minimizar las emisiones al ambiente de gases contaminantes. Llevar un control del mantenimiento preventivo del equipo y contar con registros de esta actividad; • Se utilizará el riego de agua al suelo para evitar la dispersión de polvo. Se estima que la utilización de agua por si sola deberá ser suficiente. Llevar un control diario de esta actividad; • Humedecer los agregados, así como tapar los agregados finos que se almacenen; • Cuando el polvo se vuelva un inconveniente o un peligro para la salud, los trabajadores utilizarán mascarillas faciales; • Se evitará la exposición de los empleados a la inhalación, ingestión, absorción cutánea o por contacto, de cualquier gas, vapor, humo, polvo o vahos que excedan los niveles de seguridad; • No se quemará ningún residuo sólido; y, • Continuar el monitoreo de calidad del aire en los sitios de línea base y en las áreas de trabajo. 	Minera San Rafael
Ruido y vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar a cabo el mantenimiento preventivo del equipo para evitar ruidos por partes flojas, desgastadas o deterioradas; Llevar registros de los mantenimientos; • Proporcionar a los trabajadores que estén expuestos al ruido de generadores, compresores u otra maquinaria pesada, protectores auditivos adecuados al nivel de ruido y a los períodos de exposición; • Llevar registros de las vibraciones en los mismos sitios medidos durante el presente estudio de EIA, y compararlos con los valores de la norma, dependiendo de los resultados tomar las medidas pertinentes; y, • Evaluar el estado de las casas en las comunidades más cercanas al proyecto. 	Minera San Rafael
Suelo y subsuelo	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar en la época seca o en períodos de menor lluvia, si es factible, la construcción de las instalaciones y facilidades con la finalidad de minimizar el transporte de sedimentos a la quebrada El Escobal y al río El Dorado; • El material extraído y procesado deberá ser dispuesto en forma adecuada en el sitio de colas; • Implementar medidas de control de la erosión y transporte de sedimentos; y, • Tomar muestras del material extraído de los túneles y determinar su potencial generador de acidez, de salir positivo estos deberán ser confinados. 	Minera San Rafael
Agua superficial y subterránea	<ul style="list-style-type: none"> • Las medidas de control de la erosión y transporte de sedimentos indicadas en el párrafo anterior, prevendrán el deterioro de la calidad del agua; • Construir las piletas de retención de desagües de la escorrentía del área impactada por las instalaciones del proceso y del sitio de colas; • Determinar la calidad del agua en la pileta de cumplimiento ambiental y si cumple la normativa nacional e internacional, se podría descargar al río El Dorado; • Monitorear los pozos de observación para determinar los cambios en los niveles freáticos y determinar la calidad del agua subterránea; 	Minera San Rafael

Etapas: Construcción, Explotación y Procesamiento y, Cierre Técnico		
Medio	Impacto	Responsable
Agua superficial y subterránea	<ul style="list-style-type: none"> • Medir el caudal de agua bombeado de los pozos a construir para abastecer de agua al proyecto y su calidad, así como el agua de desagüe de la mina; • Construir, operar y dar mantenimiento a las 2 plantas de tratamiento de aguas residuales del proceso y a la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas; • Prevenir y controlar los derrames de residuos de hidrocarburos; • Prohibir terminantemente el vertido de residuos sólidos o líquidos; y, • Continuar con el monitoreo de la calidad del agua en los sitios de la línea base. 	Minera San Rafael
Flora, Fauna y Biotopos terrestres y acuáticos	<ul style="list-style-type: none"> • La capa superficial del suelo se almacenará en montículos para ser utilizada en la revegetación de las áreas de depósito; • Minimizar el corte de árboles en todas los sitios que se intervengan; • Reforestar, revegetar, facilitar la regeneración natural y conservar los árboles, para compensar el corte de árboles que se hará; • Revegetar el área de depósito de colas y todas las intervenidas en el cierre técnico; • Realizar el estudio de cambio de uso del suelo de todas las áreas a intervenir y presentarlo al INAB, para obtener su autorización; • Prohibir la caza o colecta de animales silvestres y hacer leña; y, • Continuar con el monitoreo realizado, semestralmente. 	Minera San Rafael
Paisaje y Visual	<ul style="list-style-type: none"> • Remodelar la topografía alterada del sitio de colas de manera que se ajuste a su forma natural; y, • Realizar plantación de árboles y arbustos con especies nativas que actúen como pantallas visuales. 	Minera San Rafael
Patrimonio cultural	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar el plan de manejo y conservación del sitio San Rafael Las Flores. 	Minera San Rafael
Salud Humana y Seguridad Industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar el Plan de Seguridad Humana e Industrial y el Plan de Contingencia, ejecutarlo e impartir charlas diarias y semanales, velando por su estricto cumplimiento; • Llevar registros de los programas de los planes, incluyendo de las condiciones ambientales dentro de los túneles; y, • Evaluar anualmente los Planes. 	Minera San Rafael
Socioeconómico	<ul style="list-style-type: none"> • Contratar de preferencia a personas de las comunidades vecinas al proyecto de acuerdo a sus capacidades y al perfil del trabajo; • Exigir a los trabajadores que respeten a los comunitarios, especialmente a las mujeres; • Implementar el Plan de Participación Pública. El Plan incluirá la información permanente a las autoridades municipales y locales del cumplimiento del PGA, así como continuar apoyando a la Municipalidad de San Rafael Las Flores y las comunidades vecinas en los proyectos de desarrollo comunitario; • Realizar una auditoría anual que evalúe la eficiencia y eficacia del PGA y del Plan de Participación Pública. Elaborar informes trimestrales del monitoreo de los distintos programas. 	Minera San Rafael

3. INTRODUCCIÓN

3.1 Descripción del EIA del Proyecto

El Proyecto Minero Escobal (el Proyecto), consiste en la extracción de un importante yacimiento de plata, plomo, zinc y oro, de clase mundial, por medio de una serie de labores subterráneas. El mineral será procesado mediante flotación secuencial diferenciada para la preparación de concentrados de minerales de plata-plomo-oro y de zinc.

Además de las operaciones subterráneas y de la planta del proceso de flotación, se contará con una planta de trituración y molienda del mineral, un depósito de colas secas de aproximadamente 21.5 hectáreas de superficie, dos depósitos de suelo orgánico de aproximadamente 7.1 hectáreas, y un área para el depósito de rocas o materiales que se puedan utilizar para el mantenimiento de caminos, que ocuparían aproximadamente 1 hectárea, cuatro piletas para la recolección de agua (pileta para la recolección de aguas provenientes del depósito de colas, pileta para agua de proceso, pileta de agua de contacto, pileta de cumplimiento ambiental), sistemas de tratamiento de agua (2 para el agua del proceso y 1 para las aguas residuales domésticas), además de varias instalaciones y facilidades relacionadas como oficinas, almacén, patios de almacenamiento de materiales, bandas transportadoras, talleres, guardería, clínica médica, y caminos de acceso a las diferentes instalaciones, entre otras. El área total del Proyecto abarcará 262.13 hectáreas, de las cuales serán intervenidas 115 hectáreas.

En total, el Proyecto tendrá una duración de 22 años, desarrollándose de la siguiente manera: A. Construcción (1 año); B. Operación (18 años) y, C. Cierre técnico (3 años). Para la construcción de la mina subterránea y planta de proceso se utilizará como base la infraestructura existente que fue aprobada para la construcción de túneles de exploración minera.

El Proyecto está diseñado conforme a estándares nacionales y norteamericanos, implementando procedimientos de buenas prácticas de manejo ambiental con la finalidad de minimizar los impactos sobre el medio ambiente y así cumplir con las regulaciones vigentes de la República de Guatemala.

Durante la fase de construcción y operación se implantará el Plan de Gestión Ambiental y el Plan de Contingencia y se llevará a cabo un programa de monitoreo ambiental. Estos planes y el programa se describirán más adelante en los capítulos 13 y 14 de este documento, respectivamente.

A lo largo de toda la vida de la mina, se conducirá un proceso de recuperación ambiental concurrente, que permitirá la recuperación secuencial de aquellas áreas que ya no sean utilizadas activamente. Este proceso permitirá ir recuperando algunas secciones del depósito de colas e ir rellenando galerías subterráneas conforme el avance de la producción. Luego que las operaciones cesen, se tendrá una etapa final de cierre técnico ambiental, que incluye el desmantelamiento de la infraestructura, sellado de los túneles de la mina subterránea, revegetación y reforestación del área del Proyecto y monitoreo ambiental. Al final del cierre técnico, todos los pasivos ambientales serán recuperados y el área del Proyecto podrá ser utilizada para otros fines, ya sean agrícolas, forestales, recreativos o de conservación. Esta etapa cumplirá con lo descrito en el Plan de Cierre y Recuperación y podría tener una duración de 2 a 3 años.

3.2 Alcances del EIA

El estudio de EIA es el instrumento de evaluación para la toma de decisión y la planificación, que proporciona un análisis temático, preventivo e interdisciplinario de los efectos potenciales, en este caso de la construcción, operación y cierre del proyecto minero Escobal, sobre los ambientes abióticos, bióticos y socio económicos que serán intervenidos, en el área geográfica del municipio de San Rafael Las Flores, departamento de Santa Rosa.

El estudio de EIA por su naturaleza y finalidad se debe de aprobar previo al inicio de la ejecución del proyecto, de acuerdo al carácter preventivo, establecido en los artículos 8 de la ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente DL 68-86 así como en los artículos 17 y 85 del reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental AG 431-2007.

3.3 Objetivos

El objetivo del estudio de EIA es determinar los potenciales impactos ambientales en el área de influencia del proyecto e identificar medidas para mejorar su diseño si fuese el caso, así como para prevenir, minimizar, controlar, mitigar o compensarlos los negativos y potenciar los positivos.

3.4 Metodología

En la elaboración del EIA se utilizó los términos de referencia aprobados por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) para proyectos categoría A.

La metodología consistió en revisar el estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto túneles de exploración minera, aprobado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales bajo resolución número 262-2011/ECM/cam con fecha diez de febrero del dos mil once., y los resultados del monitoreo de la calidad del agua, aire, niveles de sonido, biológico y del reconocimiento arqueológico que se vienen realizando periódicamente desde el 2007 a la fecha.

Paralelamente se analizó las características del proyecto, información proporcionada por el diseñador del mismo, M3 Engineering, así como las actividades que vienen realizando los departamentos de Relaciones Comunitarias y Ambiente de la empresa. Una vez concluida temporalmente esta fase, se realizaron varios estudios cuyos resultados fueron utilizados en la elaboración del presente estudio de EIA, siendo estos: i) Hidrogeológico, por la empresa Global Resources Engineering Inc.; ii) Manejo de Aguas Superficiales, por el Ing. Julio Masis; iii) Análisis de muestras de agua superficial y subterránea por varios laboratorios de Estados Unidos de América; iv) Evaluación geotécnica, por la empresa Pakalnis y Asociados; v) Vibraciones, por la empresa Geo Ciencia Aplicada; vi) Plan de manejo para licencia de aprovechamiento forestal de árboles dispersos en zonas de guatales, potreros, pastizales, y/o hierbazales.

Como parte del proceso de participación pública, se realizaron reuniones con las autoridades municipales de San Rafael Las Flores y personas de las comunidades vecinas y de la cabecera municipal, a quienes se les convocó con anticipación y se les

informó sobre el proyecto y sobre la realización del estudio de evaluación de impacto ambiental, y dentro de este conocer la percepción local sobre el proyecto, habiendo recibido preocupaciones y expectativas, los cuales se incluyen en el presente informe.

Para la identificación y valoración de los impactos se utilizó una metodología adaptada de la matriz de Leopold, y utilizada en los proyectos mineros en Perú. Esta metodología permite dar una valoración cualitativa-cuantitativa a los impactos identificados de acuerdo con la atribución de los grados de importancia de estos. Los impactos ambientales se valoran con base al método Delphi, el cual consiste en la opinión que los especialistas le asignan a la relevancia del impacto utilizando cinco criterios básicos con diferentes factores. Una vez identificados y cuantificados los impactos negativos de las tres fases del proyecto, se describieron las medidas de prevención, control y mitigación.

3.5 Duración de la elaboración del estudio

El estudio de EIA tuvo una duración 8 meses. Sin embargo, como se indicó anteriormente se contó con información de línea base y asistencia técnica del personal de los departamentos de Geología, Ambiente y Relaciones Comunitarias de la empresa. Además, la empresa que realizó el presente estudio de EIA, tenía antecedentes del área, por haber elaborado el estudio de EIA anterior sobre los túneles.

3.6 Localización

El Proyecto está ubicado 2.5 kilómetros al este, de la cabecera municipal del municipio San Rafael Las Flores. El municipio de San Rafael Las Flores se sitúa en el suroriente de la República de Guatemala y se localiza en la latitud 14o28'30" y longitud 90o10'40". Colinda al Norte y Oeste con Mataquescuintla (Jalapa), al Este con San Carlos Alzatate (Jalapa) y al Sur con Casillas (Santa Rosa).

3.7 Justificación

La campaña de exploración geológica minera en el área del Proyecto, tuvo como consecuencia la delineación en el terreno de un importante yacimiento de minerales de plata, plomo, zinc, con cantidades menores de oro. La perforación exploratoria ha delimitado un depósito polimetálico de aproximadamente 23.6 millones de toneladas de mineral, donde cada tonelada de mineral contiene alrededor de 417 gramos de plata, 0.47 gramos de oro, 0.72 kilogramos de plomo y 1.23 kilogramos de zinc.

Aun cuando este yacimiento no se encuentra totalmente explorado, las teorías geológicas sugieren que la cantidad de plomo, zinc y oro podrían variar a mayor profundidad. La cantidad de mineral determinado a la fecha, hace económicamente factible una extracción de 3,500 toneladas de mineral por día, a lo largo de 18 años del proyecto. Desde el punto de vista geológico-económico, la mayor rentabilidad del proyecto se logra mediante extracción subterránea y la elaboración de concentrados de sulfuros metálicos mediante flotación.

Debido a la naturaleza del yacimiento, tipo veta, y su profundidad hace que la metodología de minado subterránea sea la óptima desde el punto de vista técnico. Este tipo de yacimientos no se presta para una extracción a cielo abierto, metodología que además de ocasionar un mayor impacto ambiental, aumentaría los costos excesivamente. Para una operación a cielo abierto se requeriría la extracción de un alto volumen de material estéril lo que redundaría en escombreras enormes, que incrementarían la huella ambiental del proyecto. Adicionalmente, las pruebas metalúrgicas desarrolladas hasta el momento concluyen que el proceso óptimo para la obtención de la plata y el oro existente en la zona de mineralización identificada, es el de flotación selectiva de los minerales (sulfuros) de plomo y de zinc, que produce un concentrado de sulfuros de plomo de alto valor que contiene la mayoría de la plata y el oro en el mineral, y un concentrado de minerales de zinc de bajo valor pero que puede ser comercializado.

Con una inversión inicial del orden de US\$ 326.6 millones, más US\$105 millones de inversión en los siguientes años, y costos anuales de operación estimados en US\$ 70.1, el proyecto abrirá oportunidades laborales directas para 575 personas. Aproximadamente 17.1 millones de dólares anuales se pagaran en salarios en Guatemala. El proyecto generará regalías e impuestos al estado Guatemalteco, incluyendo un promedio de 16.5 millones de dólares en impuestos y regalías al

gobierno central y aproximadamente 3 millones de dólares en regalías a la municipalidad y asociación de ex propietarios de terrenos. La empresa Minera San Rafael S.A. ha contemplado la participación de los ex propietarios de tierras en otorgando un (0.5%) de utilidades de la mina. Independientemente a la regalía que recibirá el gobierno municipal a la tasa actual fijada por la ley de minería (0.5%). Esta participación a los ex propietarios es la primera vez que una empresa minera voluntariamente accede a otorgarla.

Considerando las características del Proyecto aunadas a los planes de gestión ambiental y contingencia y a las políticas de responsabilidad social empresarial de Minera San Rafael, S. A., aseguran una operación minera respetuosa del entorno social y ambiental.

4. INFORMACIÓN GENERAL

4.1 Documentación Legal

- ✓ Fotocopia legalizada de la constancia del número de identificación tributaria, NIT de la empresa promotora del proyecto
- ✓ Fotocopia legalizada del nombramiento del Representante Legal
- ✓ Fotocopia legalizada de la Cédula de Vecindad del Representante Legal
- ✓ Fotocopia legalizada de las Patentes de Comercio (empresa y sociedad, según el caso)
- ✓ Fotocopia legalizada de la Certificación del Registro de la Propiedad del predio donde se construirá el proyecto

Los documentos autenticados se adjunta en el Anexo 1. El Acta Notarial de Compromiso se adjunta en el Anexo 2

4.2 Información sobre el Equipo Profesional que elaboró el EIA

El estudio fue preparado por Asesoría Manuel Basterrechea Asociados, S. A, con Licencia Ambiental 05-2011. Los profesionales en los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos que participaron en la elaboración de estudio de EIA son: Manuel Basterrechea Díaz, Doctor en Ingeniería Civil y Ambiental, Colegiado Activo 1,264, con Licencia Ambiental 059 del MARN; Geólogo Eduardo Romero, Colegiado Activo 3,599, con Licencia Ambiental 012 del MARN; Socio-economista David Castañón, Colegiado Activo 1,020, con Licencia Ambiental 102 del MARN; Doctora Claudia Meneses, Colegiado Activo 8,518; Ing. Civil Edgar de León, colegiado activo 1,192. Se contó además con la participación del biólogo Felipe López y de la arqueóloga Karla Cardona de la empresa CTA, quienes han venido coordinando el monitoreo biológico y arqueológico, respectivamente; así como el geólogo Alejandro Arauz de la empresa Alarca Geoquímica Aplicada, quién ha apoyado al coordinador de este estudio durante todo el proceso de elaboración del mismo. Geo Ciencia Aplicada hizo el registro de vibraciones, Soluciones Analíticas realizó los aforos y mediciones de calidad del agua; Geocimsa realizó la investigación geotécnica; el Ing. Agr. Rigoberto Carrillo elaboró el plan de aprovechamiento forestal, entre otros.

Se adjunta constancias legalizadas en Anexo 3.

5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

5.1 Síntesis General del Proyecto

El proyecto minero Escobal, (el Proyecto) consiste en la extracción de un importante yacimiento de plata, plomo, zinc y oro, de clase mundial, por medio de una serie de labores subterráneas. El mineral será procesado mediante flotación secuencial diferenciada para la preparación de concentrados mercadeables de minerales de plata-plomo-oro y de zinc. Además de las operaciones subterráneas y de la planta del proceso de flotación, se contará con una planta de trituración y molienda del mineral, un depósito de colas secas de aproximadamente 21.5 hectáreas de superficie, dos depósitos de suelo orgánico de aproximadamente 7.1 hectáreas, y un área para el depósito de rocas o materiales que se puedan utilizar para el mantenimiento de caminos, que ocuparía aproximadamente 1 hectárea, cuatro piletas para la recolección de agua (pileta para la recolección de aguas provenientes del depósito de colas, pileta para agua de proceso, pileta de agua de contacto, pileta de cumplimiento ambiental), además de varias instalaciones y facilidades relacionadas como oficinas, almacén, patios de almacenamiento de materiales, bandas transportadoras, talleres, guardería, clínica médica, sistemas de tratamiento de agua (2 para el agua del proceso y 1 para las aguas residuales domésticas) y caminos de acceso a las diferentes instalaciones, entre otras. El área total adquirida por la empresa abarca 262.13 hectáreas con un perímetro de 10.87 kilómetros, de las cuales serán intervenidas 115 hectáreas.

Las pruebas metalúrgicas desarrolladas hasta el momento concluyen que el proceso óptimo para la obtención de la plata y el oro existente en la zona de mineralización identificada, es el de flotación selectiva de los minerales, que produce un concentrado de sulfuros de plomo de alto valor que contiene la mayoría de la plata y el oro en el mineral, y un concentrado de minerales de zinc de bajo valor pero que puede ser comercializado.

El proyecto cuenta con un recurso mineral indicado e inferido de aproximadamente 23.6 millones de toneladas de mineral, del cual se estima una extracción de 22.6 millones de toneladas con una ley promedio de 417 g/t de plata, 0.47 g/t de oro, 0.72% de plomo y 1.23% de zinc, por lo que la mina podría operar de manera rentable,

procesando 3,500 toneladas de mineral por día durante un período de 18 años. Para esta operación se requeriría de unos 575 empleos directos.

En total, el Proyecto tendrá una duración de 22 años, desarrollándose de la siguiente manera: A. Construcción (1 año), B. Operación (18 años) y C. Cierre técnico (3 años). Para la construcción de la mina subterránea y planta de proceso se utilizará como base la infraestructura existente que fue aprobada para la construcción de túneles de exploración minera OASIS en la resolución 262-2011/ECM/cam del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) con fecha diez de febrero del dos mil once.

El Proyecto está diseñado conforme a estándares nacionales y norteamericanos, implementando procedimientos de buenas prácticas de manejo ambiental con la finalidad de minimizar los impactos sobre el medio ambiente y así cumplir con las regulaciones vigentes de la República de Guatemala.

Como se indicó anteriormente, la etapa de construcción tendrá una duración estimada de 12 a 15 meses, tiempo en el que se instalará y construirá la infraestructura necesaria para realizar el proceso de flotación selectiva (concentrado de minerales). La mina subterránea será desarrollada utilizando como acceso los túneles de exploración previamente aprobada, que cuenta con dos portales de acceso (este y oeste). Sin embargo, para acceder a extraer el mineral se deberán de excavar rampas principales, accesos laterales a las zonas mineralizadas, bahías de seguridad y chimeneas de ventilación, así como los servicios de electricidad, agua y aire comprimido, los cuales serán instalados conforme al avance del minado.

Durante la fase de construcción se construirán todas las instalaciones de la planta de proceso y las instalaciones auxiliares, mismas que serán desarrolladas por una empresa especializada en construcción. Para esta etapa del proyecto será necesario realizar trabajos de remoción de la capa vegetal, nivelación y compactación del terreno (plataformas). Además, se instalarán y montarán los equipos que serán utilizados en las distintas actividades del proceso (incluyendo los de protección ambiental, los de control de polvo y los de seguridad industrial) necesarias para la producción de concentrados minerales.

La planta de proceso, contará de un área de trituración, un área de molienda, un área de flotación (tanques de flotación), un área para el filtrado y desecado de los concentrados obtenidos durante el proceso de flotación y un área para el filtrado y desecado de colas. La planta contará con los servicios básicos para la operación

correcta y segura de sus equipos como energía eléctrica, abastecimiento de agua, drenajes con sistemas de tratamiento de agua, oficinas administrativas, almacén, laboratorio químico metalúrgico, taller mecánico, vestidores, entre otras.

Como se ha indicado anteriormente, con las reservas de mineral existentes, se estima que el Proyecto estará en producción durante 18 años, obteniéndose un concentrado de mineral de plomo de alta calidad con contenidos de plata y oro y un concentrado de mineral de zinc de menor valor. Las operaciones de proceso del mineral se resumen a continuación:

- Reducción de tamaño del mineral proveniente de la mina subterránea por medio de una trituradora de mandíbula (trituradora primaria) a un tamaño menor de 150 milímetros.
- Reducción de tamaño del mineral proveniente de la trituración primaria (150 milímetros), por medio de una trituración secundaria y terciaria la que se realizará mediante trituradoras de cono, a un tamaño menor de 10 milímetros.
- Molienda del mineral triturado en un circuito de molino de bolas con hidrociclones, para reducir el tamaño de mineral a menos de 106 micrones.
- La planta de flotación consistirá en circuitos para la flotación selectiva de minerales de plomo y de zinc. Cada circuito de flotación consistirá en un proceso de flotación primaria y en un proceso de limpieza. El primer circuito producirá un concentrado de plomo, oro y plata de alto valor, y el segundo, un concentrado de zinc de valor bajo con contenidos redituables en oro y plata.
- El concentrado final de plomo será espesado, filtrado, colocado en sacos y cargado en camiones para su exportación. El concentrado final de zinc también se espesará, filtrará, colocará en sacos y cargará en camiones para su exportación.
- Las colas de flotación, material arenoso residual del proceso minero, se espesarán, filtrarán por medio de prensas hidráulicas (filtros prensa) para remover la mayor cantidad de agua posible (aproximadamente el 88%). Las colas secas se almacenarán temporalmente en un área denominada área de almacenamiento de colas (teniendo la capacidad de almacenarlas por 2 días),

posteriormente serán dispuestas de la siguiente manera: aproximadamente una tercera parte (34%) serán enviadas mediante una banda transportadora hacia el depósito de colas secas en donde serán mezcladas y compactadas periódicamente con roca estéril, y dos terceras partes (66%) serán transportadas a través de un sistema de bandas hacia una planta de pasta de relleno (planta de concreto), en donde el material (colas) será mezclado con cemento (5% de cemento manteniendo una proporción de 4:1 de cemento y agua) el resultado de esta mezcla se utilizará para rellenar las galerías en las que se ha extraído el mineral.

- El agua necesaria para la operación y funcionamiento del Proyecto se ha estimado para la época seca en 202 gpm y para la época lluviosa en 199 gpm. Esta agua se utilizará para: uso doméstico, mezclado de la pasta en la planta de relleno, agua que queda atrapada en las colas y concentrados después del filtrado (reteniendo aproximadamente un 12% de humedad), y para el sello de bombas. Adicionalmente se tendrán pérdidas de agua por evaporación en las piletas de almacenamiento y en época seca se usará para el control del polvo. Se extraerán 28 gpm de una batería de dos pozos, 255 gpm del sistema de desagüe de la mina subterránea y el restante provendrá del agua de lluvia recolectada de las áreas de proceso o del depósito de colas.
- Los excedentes de agua provenientes del desagüe de mina serán analizados y si fuera necesario serán tratados y almacenados en la pileta de cumplimiento ambiental previo a su descarga en el río el Dorado.
- Habrá sitios adecuados en la planta para almacenamiento, preparación, y distribución de reactivos usados en el proceso.

Durante la fase de construcción y operación se llevará a cabo un programa de monitoreo ambiental. Este programa se describirá más adelante en el capítulo 13 de este documento.

A lo largo de toda la vida de la mina, se conducirá un proceso de recuperación ambiental concurrente, que permitirá la recuperación secuencial de aquellas áreas que ya no sean utilizadas activamente. Este proceso permitirá ir recuperando algunas secciones del depósito de colas e ir rellenando galerías subterráneas conforme el avance de la producción. Luego que las operaciones cesen, se tendrá una etapa final

de cierre técnico ambiental, que incluye el desmantelamiento de la infraestructura, sellado de los túneles de la mina subterránea, revegetación y reforestación del área del Proyecto y monitoreo ambiental. Al final del cierre técnico, todos los pasivos ambientales serán recuperados y el área del Proyecto podrá ser utilizada para otros fines, ya sean agrícolas, forestales, recreativos o de conservación. Esta etapa cumplirá con lo descrito en el Plan de Cierre y Recuperación y podría tener una duración de 2 a 3 años.

5.2 Ubicación Geográfica y Área de Influencia del Proyecto

El Proyecto estará dentro de terrenos adquiridos por la empresa (262.13 hectáreas), ubicados dentro de la microcuenca de la quebrada El Escobal y en una parte del área baja de la subcuenca del río El Dorado. El proyecto se ubica en el municipio de San Rafael Las Flores, departamento de Santa Rosa. Las coordenadas de las instalaciones para el proyecto y el área que ocuparán (46.50 hectáreas) se indican en el Cuadro 5.1 y los mapas de localización y ubicación se presentan en la Figura 5.1 y Figura 5.2.

Cuadro 5.1 Coordenadas y área de las instalaciones del Proyecto

Identificación	Instalación/Facilidad	Área (m ²)	Coordenadas UTM WGS 84	
1	Camino de Acceso	19,325	804556	1601253
2	Viviendas para Personal Permanente	30,807	804933	1601177
3	Subestación Eléctrica	2,938	805050	1601121
4	Garita de Seguridad	610	805382	1601300
5	Edificio de Guardería Infantil	216	805357	1601370
6	Alojamiento para Guardias de Seguridad	218	805387	1601409
7	Pileta de Cumplimiento Ambiental	273	805356	1601455
8	Pileta del agua de proceso	2,185	805408	1601488
9	Sistema de tratamiento del agua de proceso	673	805415	1601447
10	Almacén	2,608	805489	1601495
11	Edificio Administrativo	1,630	805534	1601380
12	Cafetería	524	804887	1601158
13	Clínica Médica y de Primeros Auxilios	182	805625	1601376
14	Edificio de Compresores	108	805675	1601367
15	Edificio de Vestidores del Área del Molino	420	805767	1601438
16	Edificio de Oficinas de Molino	275	805791	1601485
17	Edificio de Laboratorio	1,239	805806	1601445
18	Estación Almacenamiento y Abastecimiento de Combustible	360	806140	1601405

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO ESCOBAL

Identificación	Instalación/Facilidad	Área (m ²)	Coordenadas UTM WGS 84	
19	Edificio de Seguridad y Rescate de la Mina	442	806199	1601409
20	Edificio de Lavandería	210	806231	1601409
21	Edificio de Vestidores del Área de la Mina	460	806269	1601402
22	Edificio de Lavado de Camiones de la Mina	2,005	806356	1601395
23	Edificio para Taller de Camiones	697	806382	1601400
24	Edificio para Taller de la Mina	1,439	806550	1601423
25	Polvorín	1,107	806619	1601640
26	Alojamiento de Guardias de Polvorín	218	806609	1601600
27	Portal y Escombrera Este	4,000	806623	1601540
28	Portal y Escombrera Oeste	37,000	806120	1601528
29	Pila de Mineral Extraído	4,849	805973	1601503
30	Área Trituración	3,517	805864	1601530
31	Pila de mineral Triturado	697	805804	1601518
32	Área Molienda	748	805751	1601486
33	Edificio para Almacenamiento de Reactivos	460	805718	1601511
34	Edificio Planta de Flotación	1,965	805712	1601480
35	Edificio Desecado de Concentrado	1,413	805610	1601464
36	Edificio Desecado de Colas	1,165	805711	1601318
37	Área de Almacenamiento de Colas Secas	1,989	805966	1601390
38	Planta de Pasta para Relleno	174	806052	1601399
39	Depósito de Colas Secas	215,826	805661	1600791
40	Pileta del área de escombreras y depósito de colas	26,473	805966	1601390
41	Planta de Tratamiento de Aguas residuales domésticas	680	805327	1600663
42	Patio de Secado de Lodos	5,624	805265	1600700
43	Áreas de Depósito de Suelo Norte	13,817	805733	1601746
44	Áreas de Depósito de Suelo Sur	57,162	805558	1601241
45	Edificio de Ingeniería y Medio Ambiente	697	806352	1601401
46	Relleno Sanitario			
47	Área de Incinerador	680	805330	1600686
48	Pileta de Agua Impactada	4,932	805354	1601475
49	Almacenamiento Temporal de Rocas	9,902	805800	1601253
50	Pozo de Producción		805217	1601218
51	Banda Transportadora de Colas Secas		805712	1601160
52	Eje Central de Ventilación	36	806606	1601535
53	Eje Este de Ventilación	36	807401	1601784
54	Tanque de Agua Fresca		806583	1601493
55	Tanque de Agua Contra Incendios		806583	1601331
Total m ²		465,011		
Total Has		46.50		

Figura 5.1 Localización Geográfica del Proyecto

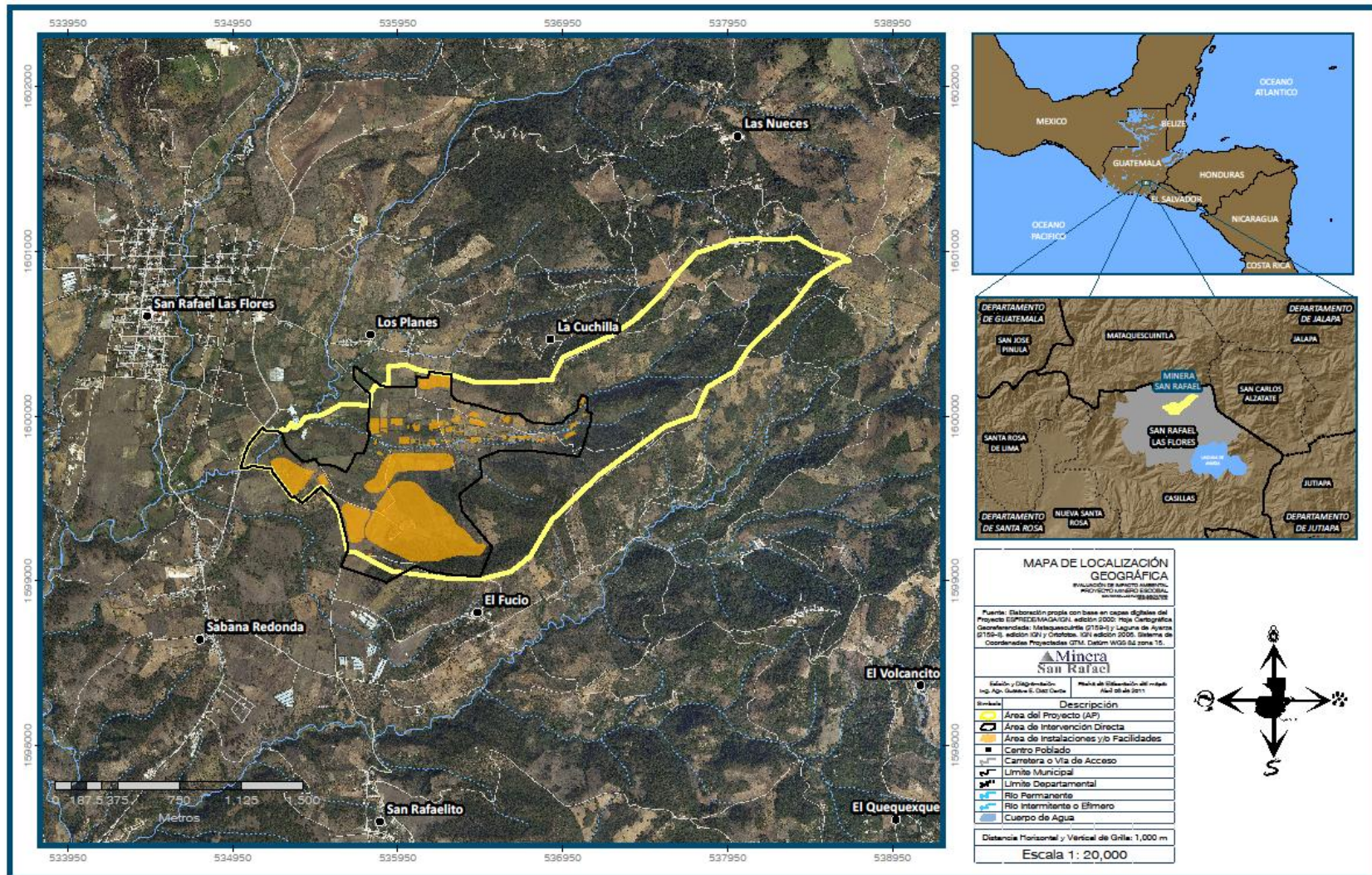
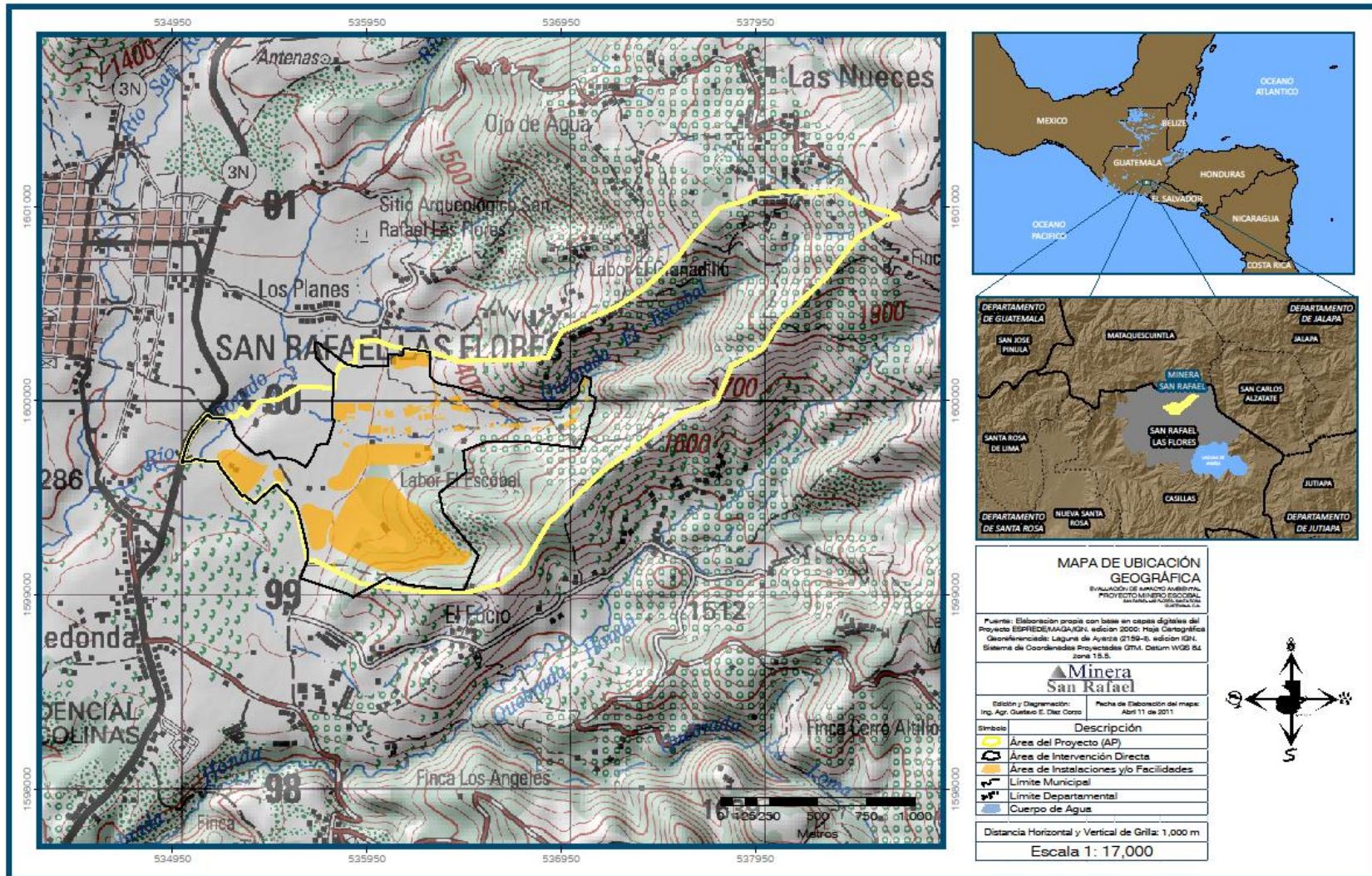


Figura 5.2 Ubicación Geográfica del Proyecto



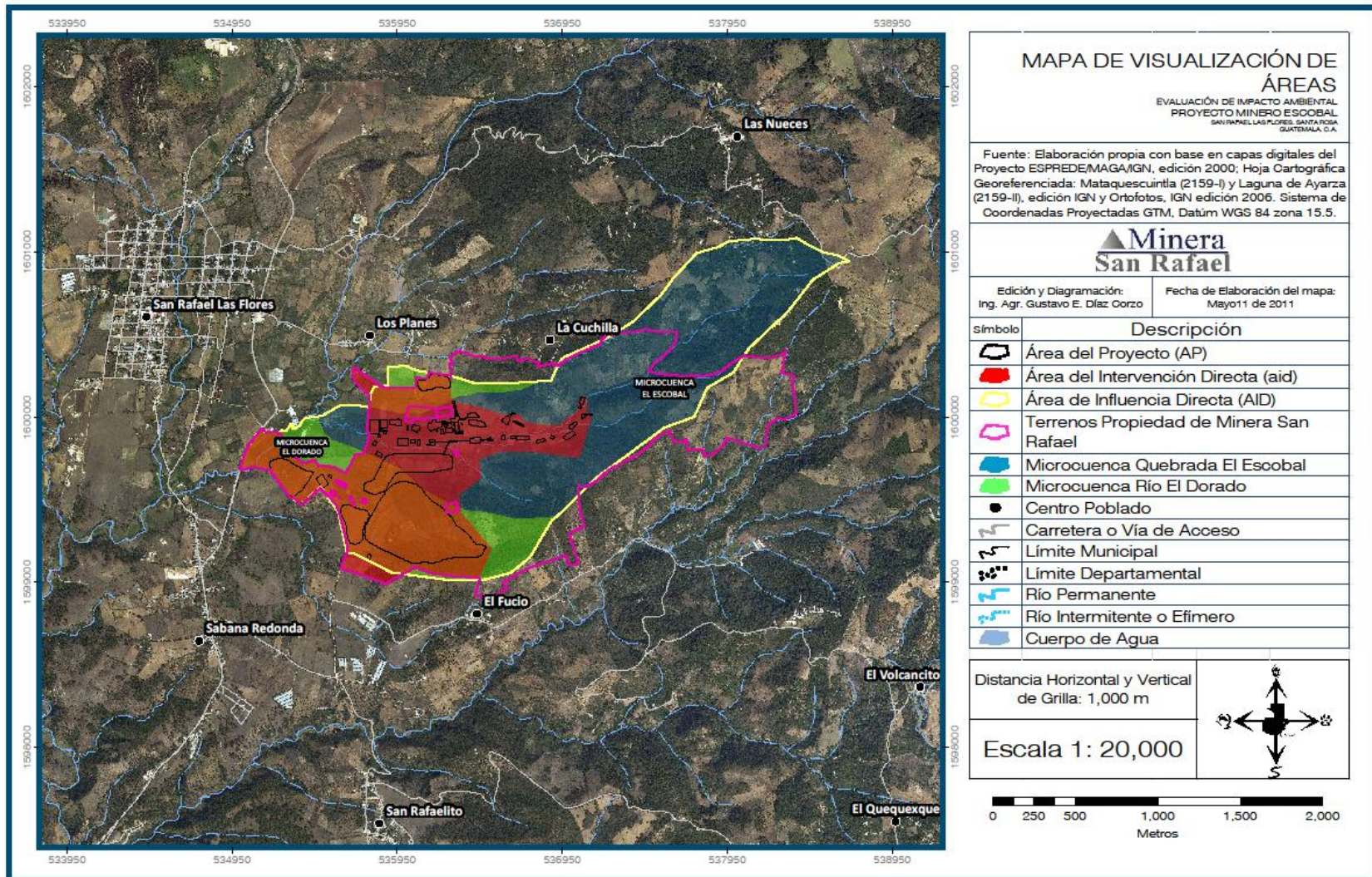
La huella ambiental del proyecto será en las 46.5 hectáreas que serán las que ocuparán las instalaciones y facilidades, pero se amplió a 115 hectáreas considerando una zona de amortiguamiento y la cual será el área del proyecto (AP). Alrededor del 40% del AP estará dentro de la microcuenca de la quebrada El Escobal y el resto en la parte baja de la cuenca del río El Dorado.

En los planos 1/69, 2/69 y 3/69 del Anexo 4, se muestra la ubicación de las propiedades adquiridas por Minera San Rafael y se indican las 55 instalaciones y facilidades que conforman el proyecto, con sus coordenadas y áreas, respectivamente.

Por las características del proyecto minero, el área de influencia directa (AID) se ha considerado la microcuenca de la quebrada El Escobal de 193 hectáreas y una porción de la parte baja de la microcuenca del río El Dorado. La empresa Minera San Rafael ha adquirido 262.13 hectáreas, las cuales están dentro de la quebrada El Escobal, y en la parte baja de la subcuenca del río El Dorado.

El área de influencia indirecta (AII), es aquella zona donde podrían ocurrir impactos ambientales indirectos derivados del Proyecto, pero que es diferente a aquella donde se realizarán las acciones de minado y procesamiento propiamente. El AII abarca una zona más extensa, definida dentro y fuera del área del Proyecto que comprende sus vecindades, especialmente las que pudieran ser afectadas positiva y negativamente, principalmente en el componente ambiental socioeconómico. El AII incluye a las aldeas Los Planes, La Cuchilla y El Fucío, ya que el Proyecto contratará a personas de estas y otras comunidades (San Rafael las Flores, Sabana Redonda y Las Nueces) para trabajar en el Proyecto. Se consideran también a las otras comunidades con las que se ha tenido comunicación y que han recibido apoyo financiero de parte de la empresa para continuar contribuyendo al desarrollo. El AP, AID y el AII se muestran en Figura 5.3.

Figura 5.3 Área del Proyecto, Área de Influencia Directa e Indirecta



5.3 Ubicación Político-Administrativa

El Proyecto está ubicado 2.5 kilómetros al este de la cabecera municipal del municipio San Rafael Las Flores, siendo accesible todo el año desde San Rafael y Sabana Redonda por caminos municipales y comunales.

El municipio de San Rafael Las Flores está situado en el suroriente de la República de Guatemala. Se localiza en la latitud 14°28'30" y longitud 90°10'40". Colinda al Norte y Oeste con Mataquescuintla (Jalapa), al Este con San Carlos Alzatate (Jalapa) y al Sur con Casillas (Santa Rosa). Su extensión territorial es de aproximadamente 84 Kilómetros cuadrados, que representa el 3% del área superficial del departamento; la cabecera municipal está aproximadamente a 1,330 metros sobre el nivel del mar. La distancia a la cabecera departamental (Cuilapa) es de 52 Kilómetros.

Se puede acceder al Proyecto, desde la ciudad capital, empleando cualquiera de las dos diferentes rutas que se indican a continuación: a) A través de la RD 13 que conduce de Fraijanes hacia el departamento de Santa Rosa, en donde se toma la RD 03 pasando por Nueva Santa Rosa y Casillas, hasta llegar al municipio de San Rafael Las Flores, y b) La RN 02 comunica la Ciudad de Guatemala con el municipio de Barberena, Santa Rosa; aquí se debe conducir hacia la RD 03 hasta llegar al municipio de San Rafael Las Flores, pasando por Nueva Santa Rosa y Casillas.

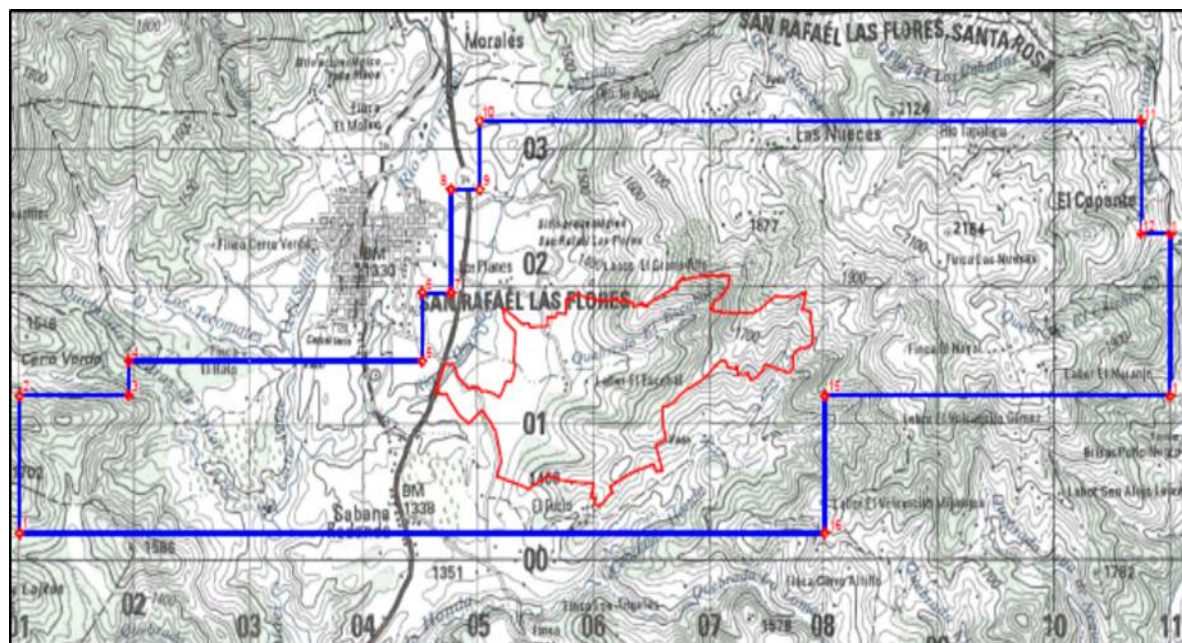
El área de la licencia de explotación a solicitar ante el MEM será de 19.995 km² de acuerdo con el Artículo 29 de la Ley de Minería, Decreto Número 48-97, ubicada en el municipio de San Rafael Las Flores, departamento de Santa Rosa. Las coordenadas se indican en el Cuadro 5.2 y Figura 5.4.

Cuadro 5.2 Coordenadas de la Licencia de Explotación Proyecto Minero Escobal (Hoja Cartográfica Laguna de Ayarza)

Coordenadas UTM NAD 27 Zona 15		
Punto No.	Norte	Este
1	1,600,000.00	801,000.00
2	1,601,000.00	801,000.00
3	1,601,000.00	801,950.00
4	1,601,250.00	801,950.00
5	1,601,250.00	804,500.00
6	1,601,750.00	804,500.00
7	1,601,750.00	804,750.00
8	1,602,500.00	804,750.00
9	1,602,500.00	805,000.00
10	1,603,000.00	805,000.00
11	1,603,000.00	810,750.00
12	1,602,180.00	810,750.00
13	1,602,180.00	811,000.00
14	1,601,000.00	811,000.00
15	1,601,000.00	808,000.00
16	1,600,000.00	808,000.00

El EIA es para la explotación del área identificada en la Figura 5.4 siguiente.

Figura 5.4 Área de solicitud de licencia ante el MEM



5.4 Justificación Técnica del Proyecto

La campaña de exploración geológica minera en el área del Proyecto, tuvo como consecuencia la delineación en el terreno de un importante yacimiento de minerales de plata, plomo, zinc, con cantidades menores de oro. La perforación exploratoria ha delimitado un depósito polimetálico de alrededor de 23.6 millones de toneladas de mineral, donde cada tonelada de mineral contiene alrededor de 417 gramos de plata, 0.47 gramos de oro, 0.72 kilogramos de plomo y 1.23 kilogramos de zinc. Aun cuando este yacimiento no se encuentra totalmente explorado, las teorías geológicas sugieren que la cantidad de plomo, zinc y oro podrían variar a mayor profundidad. La cantidad de mineral determinado a la fecha, hace económicamente factible una extracción de 3,500 toneladas de mineral por día, a lo largo de 18 años del proyecto. Desde el punto de vista geológico-económico, la mayor rentabilidad del proyecto se logra mediante extracción subterránea y la elaboración de concentrados de sulfuros metálicos mediante flotación.

Como se mencionó anteriormente, la naturaleza del yacimiento, tipo veta, y su profundidad hace que la metodología de minado subterránea sea la óptima desde el punto de vista técnico. Este tipo de yacimientos no se presta para una extracción a cielo abierto, metodología que además de ocasionar un mayor impacto ambiental, aumentaría los costos excesivamente. Para una operación a cielo abierto se requeriría la extracción de un alto volumen de material estéril lo que redundaría en escombreras enormes, que incrementarían la huella ambiental del proyecto.

Con una inversión inicial del orden de US\$ 326,6 millones, más US\$105 millones de inversión en los siguientes años, y costos anuales de operación estimados en US\$ 70.1, el proyecto abrirá oportunidades laborales directas para 575 personas. Aproximadamente 17.1 millones de dólares anuales se pagaran en salarios en Guatemala. El proyecto generará regalías e impuestos al estado Guatemalteco, incluyendo un promedio de 16.5 millones de dólares en impuestos y regalías al gobierno central y aproximadamente 3 millones de dólares en regalías a la municipalidad y asociación de ex propietarios de terrenos. La participación de los ex propietarios de tierras en las utilidades de la mina será equivalente 0.5%. Esta participación a los ex-propietarios es la primera vez que una empresa minera voluntariamente accede a otorgarla.

Por tratarse de un proyecto de minería subterránea, con un sistema de flotación bajo techo, generación de colas secas, de las cuales el 66% se utilizarán para rellenar nuevamente los túneles y galerías de extracción, la huella ambiental será pequeña comparada con otras minas. Adicionalmente, los análisis de laboratorio indican que el potencial de generación de drenaje ácido es prácticamente nulo tanto en materiales estériles como en las colas. Por último, se contará con un sistema de recirculación del agua de proceso que permitirá minimizar el consumo de agua fresca. Las características mencionadas anteriormente aunadas a los planes de gestión ambiental y contingencia y a las políticas de responsabilidad social empresarial de Minera San Rafael, S. A., aseguran una operación minera respetuosa del entorno social y ambiental.

5.5 Área Estimada del Proyecto

El área del Proyecto (AP) se refiere al área que ocuparán las instalaciones, facilidades y zonas de amortiguamiento las cuales abarcarán un área de alrededor de 115 hectáreas, que incluye las 46.5 hectáreas consideradas la huella ambiental.

En los planos 4/69, 5/69, 6/69 y 7/69 del Anexo 4, se muestra a mayor detalle cada uno de las 55 instalaciones y facilidades, que se identifican en el Cuadro 5.1.

5.6 Actividades a Realizar en cada Fase de Desarrollo del Proyecto

El Proyecto consistirá en una mina subterránea, planta de proceso del mineral así como instalaciones de apoyo. Para su ejecución se estima que el Proyecto tendrá una duración de 22 años, que incluye la construcción, operación y cierre técnico del mismo.

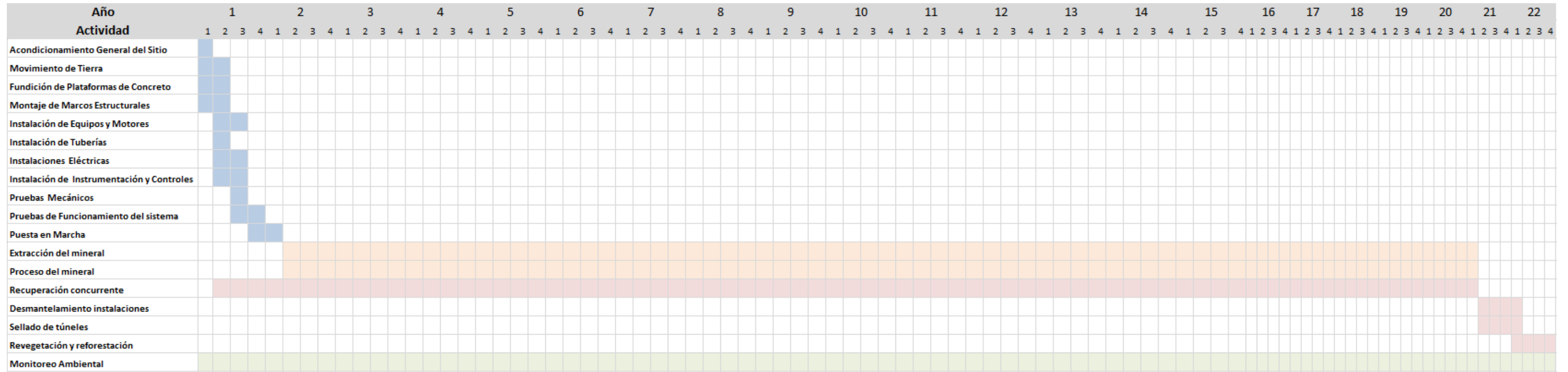
5.6.1 Flujograma de Actividades

En la Figura 5.5 se presenta el diagrama de Gantt donde se indican las principales actividades y tiempos de ejecución de la etapa de construcción del Proyecto y en la Figura 5.6 se presenta para cada una de las tres etapas del Proyecto.

Figura 5.5 Flujograma de la Fase de Construcción del Proyecto

	Días	Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59																													
Fase de Construcción	411	59																																																																																								
Acondicionamiento General del Sitio	56	8																																																																																								
Movimiento de Tierra	160	23																																																																																								
Fundición de Plataformas de Concreto	130	19																																																																																								
Montaje de Marcos Estructurales	160	23																																																																																								
Instalación de Equipos y Motores	276	39																																																																																								
Instalación de Tuberías	140	20																																																																																								
Instalaciones Eléctricas	180	26																																																																																								
Instalación de Instrumentación y Controles	180	26																																																																																								
Pruebas Mecánicas	80	11																																																																																								
Pruebas de Funcionamiento del sistema	40	6																																																																																								
Puesta en Marcha	20	3																																																																																								

Figura 5.6 Flujograma de Actividades Generales del Proyecto



5.6.1 Fase de Construcción

5.6.2.1 Infraestructura a desarrollar

La fase de construcción iniciará con la preparación del área, la cual consiste en la remoción de la capa de cobertura vegetal y la capa de suelo en las áreas que serán intervenidas para la construcción de la infraestructura y facilidades del Proyecto. Este material, estimado en alrededor de 140,000m³, será depositado en 2 sitios específicos que ocuparán un área de a) 13,817 m² y b) 57,162 m², respectivamente, e indicados en Figura 5.7. El suelo almacenado se utilizará en el proceso de recuperación concurrente y la revegetación, así como durante la fase final de cierre técnico del Proyecto. El material no mineralizado proveniente de las excavaciones subterráneas será depositado en el depósito de colas y en los túneles. En el plano 58/69 del Anexo 4, se muestra el perfil de las áreas de depósito de suelo y del almacenamiento temporal de rocas.

Previo a la remoción de vegetación en los sitios de construcción, Minera San Rafael obtendrá la autorización del INAB para el cambio de uso del suelo, debiendo entregar la solicitud correspondiente. En el Anexo 5 se adjunta el Plan de Manejo para la licencia de aprovechamiento forestal de árboles dispersos en zonas de guatales, potreros, pastizales y/o hierbazales. A continuación se describe la infraestructura a desarrollar en el Proyecto.

Mina Subterránea

La Empresa presentó un estudio de EIA para la construcción de túneles de exploración, el cual fue aprobado mediante la resolución 262-2011/ECM/cam con fecha diez de febrero del 2011. Los túneles de exploración incluyen el túnel Oeste, el túnel Este y la Rampa Este. La longitud autorizada para construcción de los túneles es de 4,140 metros, que corresponde a 2,000 metros del túnel Oeste, 1,500 metros del túnel Este, 500 metros de la Rampa Este y 140 metros de conexión entre los túneles. Los túneles son de 5 metros de ancho por 6 metros de altura y mantienen un gradiente de 15%. En cada portal se instala un sistema de ventilación, el cual proporciona un flujo de aire fresco que mantiene una temperatura saludable y adecuada para el trabajo en la mina, además de mantenerla libre de concentraciones de monóxido de carbono y otros gases. La calidad del aire en la mina se monitorea por medio de un equipo analizador de monóxido de carbono y oxígeno, puesto que hasta el momento

no se ha estimado la presencia de otros gases que puedan ser perjudiciales para la salud y seguridad de los trabajadores.

Conforme los trabajos vayan avanzando se revisaran y modificarán conforme a las necesidades los planes de minería, los métodos de excavación y fortificación, entre otros con la finalidad de mantener y reducir los riesgos tanto para los trabajadores como al equipo e infraestructura. El Proyecto usará los túneles de exploración que se están construyendo a partir de mayo 2011 para continuar la construcción de la mina subterránea, con el fin de tener acceso a la roca mineralizada y así realizar los trabajos de extracción del mineral.

Debido a que los portales para el acceso a la mina subterránea ya existen, no será necesario intervenir ninguna área superficial adicional para este fin.

La fortificación o aseguramiento de la estructura del túnel se realizará de acuerdo al tipo o calidad de roca. La caracterización geotécnica demuestra una estabilidad del macizo rocoso variable, con categoría geotécnica de 4 a 6 en la roca no mineralizadas o encajante, de 4 a 7 para las zonas de veta o mineralización y de 7 a 8 en las zonas de fallas geológicas. Conforme a esta clasificación, lo recomendado para lograr una buena estabilidad de los túneles, es lo siguiente:

- Perneado sistemático y enmallado para sectores de categoría 4.
- Perneado, enmallado y concreto lanzado 75 a 120 mm para rocas de categoría 6.
- Perneado, enmallado y concreto lanzado con fibra 120 a 150 mm para materiales de categoría 7, y
- Concreto lanzado con fibra mayor a 150 mm y cerchas para zonas de categoría 8.

Los túneles se construirán muy cerca de la zona mineralizada, lo que permite minimizar la extracción de material estéril, concentrándose la actividad en la extracción de mineral de la veta. Parte de la roca estéril o escombro obtenido en las labores de desarrollo de las rampas de acceso a las zonas mineralizadas, será depositada en otras áreas de la mina subterránea desarrolladas durante la exploración y usada como relleno, sin necesidad de ser llevada a la superficie, mientras que la roca estéril restante será llevada a la superficie y colocada en el depósito de colas secas, ya sea mezclada con las colas o segregada. Parte de esta roca será utilizada

como material de construcción y mantenimiento de caminos, así como la construcción del contrafuerte del depósito de colas secas, por lo que se ha designado un sitio para depositar roca clasificada como apta para construcción contiguo al depósito de suelo sur.

Durante la excavación de galerías, aflorará en algunos sitios agua subterránea. Esta agua deberá ser bombeada (desaguada) fuera de los sitios de trabajo. El agua que sea bombeada de la mina subterránea pasará por unos tanques de sedimentación y luego será tratada para la remoción de metales (en caso sea necesario) para posteriormente ser depositada en la pileta de agua de proceso o de cumplimiento ambiental cuando exista un excedente de agua. Los resultados de la calidad del agua subterránea que será bombeada se presentan en la sección 8.5.2 del capítulo 8. La descripción de la pileta de agua de proceso se encuentra entre las instalaciones auxiliares de esta misma sección.

Planta de Proceso del Mineral

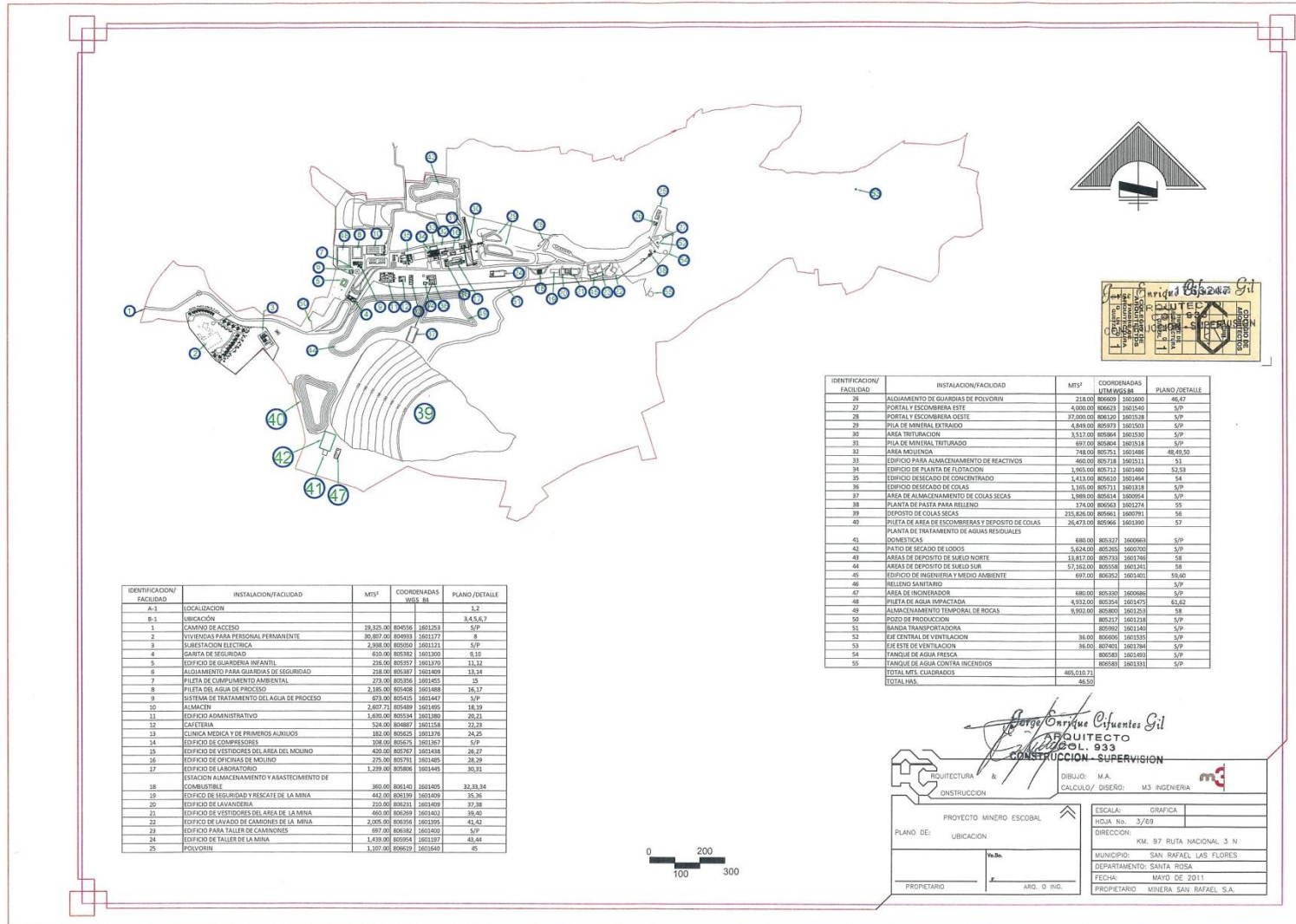
La Planta de Proceso contendrá toda la infraestructura necesaria para el procesamiento del mineral y obtención de los concentrados de plomo y zinc. Las actividades que se realizarán durante la fase de construcción incluyen la preparación del área, montaje de la infraestructura e instalación de los equipos.

La base del diseño para las instalaciones de procesamiento de mineral del Proyecto es de 3,500 toneladas métricas secas al día (tad), de las cuales aproximadamente 115 toneladas se convertirán en concentrado y 3,385 toneladas serán colas secas. Con estos índices de producción, existe suficiente material disponible para 18 años de operaciones. Los criterios en los que se basó el diseño de las instalaciones se indican en el Cuadro 5.3.

Los edificios de la planta de proceso serán de estructura metálica prefabricada (utilizando vigas tipo I), cerramientos de concreto prefabricado y techos de lámina. La fase de construcción iniciará con la preparación del área. Se hará la cimentación correspondiente para luego colocar las bases de los primeros pilares. Posteriormente se montarán las vigas y se ensamblarán los distintos elementos. La unión de las estructuras se realizará por medio de tornillos y/o soldadura. Tanto durante la fabricación de las estructuras como durante su montaje se llevará a cabo un control de calidad de las mismas.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO ESCOBAL

Figura 5.7 Instalaciones del proyecto minero



Cuadro 5.3 Resumen de los Criterios de Diseño

Parámetro	Criterio de diseño
Tonelaje Anual	1,277,500 toneladas
Capacidad Nominal del Circuito de Trituración	3,500 toneladas por día
Tasa de Trituración	219 toneladas por hora
Operación del Circuito de Trituración	2 turnos al día, 12 horas por turno, 365 días al año
Disponibilidad del Circuito de Trituración	66.7%
Tasa de Molienda	158.5 toneladas por hora
Tamaño del Mineral molido	80 % -106 µm
Capacidad Nominal de la Planta de Molienda, Flotación y Manejo de Concentrados	3,500 toneladas por día
Operación de la Planta de Molienda, Flotación y Manejo de Concentrados	2 turnos al día, 12 horas por turno, 365 días al año
Disponibilidad de la Planta de Molienda, Flotación y Manejo de Concentrados	92%

Posteriormente se realizará toda la instalación eléctrica de los edificios. El cableado se instalará en tubería de acero galvanizado o canales eléctricas. El cableado en las áreas que alberguen materiales inflamables o peligrosos será a prueba de explosión, para lo que se utilizará tubería rígida de acero galvanizado con gabinetes para equipo eléctrico, estaciones de cambio, cajas de juntas y terminales, instalaciones, etc., de acuerdo al área de clasificación. Una descripción más detallada se presenta en la sección 5.7.3 (Energía Eléctrica).

Para la operación y mantenimiento de la planta se instalarán equipos que suministren aire comprimido tales como compresores, tanques pulmón, sopladores de aire y secadores de aire. El aire será distribuido a través de la planta de proceso a una presión de 100 psi. El aire de instrumentos será enfriado y se secará antes de distribuirse.

A continuación se describe cada una de las áreas que conforman la planta de proceso del mineral y los equipos que serán instalados en cada una de ellas:

Área de Trituración Primaria

Esta área se encontrará contigua al área de la escombrera (cerca del portal oeste). En el área de trituración primaria se ubicarán dos depósitos de mineral proveniente de la mina subterránea con un área total de 4,849 m². El equipo que se instalará en esta área será:

Tolva de alimentación de trituradora primaria

Cantidad	1
Descripción	alimentación: cargador frontal
Capacidad	50 toneladas

Criba vibratoria

Cantidad	1
Descripción	modelo: METSO, tipo: velocidad de vibración variable
Capacidad	máxima operación: 430 dtph
Tamaño	ancho: 1.32 m, largo: 6.1 m
Energía instalada	30 kW

Trituradora Primaria

Cantidad	1
Descripción	modelo: C125 o similar, tipo: mandíbula
Capacidad	máxima operación: 430 dtph
Tamaño	9.50 x 1.25 m
Energía instalada	150 kW

Faja transportadora alimentador de criba secundaria

Cantidad	1
Capacidad	máxima operación: 365dtph
Tamaño	ancho: 9.14 cm, largo: 123 m, elevación: 2.6 m
Energía instalada	30 kW

Área de Trituración Secundaria y Terciaria

En esta sección el mineral será reducido a un tamaño inferior a 9 mm. Dentro de un edificio para dicho propósito. El mineral triturado será transportado con un apilador radial hacia una tolva de mineral fino. Cuando la tolva esté llena, el mineral será apilado en un depósito con un área de 697 m² ubicado contiguo al apilador radial.

Criba secundaria de doble malla

Cantidad	1
Capacidad	máxima operación: 430 dtph
Tamaño	ancho: 2.44 m, largo: 6.1 m
Energía instalada	11.2 kW

Triturador Secundario

Cantidad	1
Descripción	modelo: HP 400 o similar, tipo: cono
Capacidad	máxima operación: 430 dtph
Tamaño	diámetro: 1.73 m
Energía instalada	225 kW

Faja transportadora de descarga de trituradora

Cantidad	1
----------	---

Capacidad máxima operación: 365dtph
Tamaño ancho: 9.14 cm, largo: 109 m, elevación: 12.8 m
Energía instalada 112 kW

Faja transportadora alimentador de criba terciaria No. 1

Cantidad 1
Capacidad máxima operación: 365dtph
Tamaño ancho: 914 mm, largo: 102 m, elevación: 17 m
Energía instalada 112 kW

Faja transportadora alimentador de criba terciaria No. 2

Cantidad 1
Capacidad máxima operación: 365dtph
Tamaño ancho: 9.14 cm, largo: 102 m, elevación: 17 m
Energía instalada 112 kW

Tolva de alimentación de criba terciaria

Capacidad 100 ton

Alimentador de criba terciaria

Cantidad 2
Descripción tipo: banda, velocidad variable

Criba terciaria de doble malla

Cantidad 2
Capacidad máxima operación: 388dtph
Tamaño ancho: 2.44 m, largo: 6.10 m
Energía instalada 38 kW (2x19)

Trituradora terciaria

Cantidad 1
Descripción modelo: HP 300 o similar, tipo: cono
Capacidad máxima operación: 430 dtph
Tamaño diámetro: 1.47m
Energía instalada 450Kw (255 x 2)

Faja transportadora alimentador de tolva de mineral fino

Cantidad 1
Capacidad máxima operación: 648 dtph
Tamaño ancho: 6.1 cm, largo: 172 m elevación: 25 m
Energía instalada 112 kW

Tolva mineral fino

Cantidad 1
Capacidad 4000 ton

Alimentador de reclamo de mineral fino

Cantidad 2 (operación), 2 (standby)
Descripción tipo: banda hidráulica, velocidad variable
Capacidad máxima operación: 265 dtph
Tamaño ancho: 9.14 cm, largo: 5 m

Energía instalada	7.5 kW
<u>Faja transportadora alimentador de Molino</u>	
Cantidad	1
Capacidad	máxima operación: 365dtph
Tamaño	ancho: 9.1 cm, largo: 60 m, elevación: 1.7 m
Energía instalada	18.7 kW

Área de Molienda

El área de molienda se encuentra dentro de un edificio cerrado y se ubicará cerca del área de oficinas de molienda y del laboratorio y tendrá un área de 748 m². En esta área el mineral se reducirá hasta un tamaño de 106 micras o menor, utilizando un molino de bolas. En los planos 48/69, 49/69 y 50/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución, secciones tipo, elevaciones e isométricas del área de molienda.

Molino

Cantidad	1
Descripción	tipo: bolas, circuito cerrado con hidrociclones
Tamaño	diámetro: 5 m, longitud efectiva de molienda: 8.53 m
Energía instalada	3.5 MW

Sumidero alimentador de ciclones

Cantidad	1
Capacidad	efectiva: 13.3 m ³
Tamaño	ancho: 2.5 m, largo: 2.5 m, alto: 3 m

Bomba alimentadora de ciclón

Cantidad	1 (operación), 1 (standby)
Descripción	tipo: centrifuga horizontal
Capacidad	máxima: 872 m ³ /h
Energía instalada	186.3 kW

Ciclones molienda

Cantidad	2 (operación), 1 (standby)
Descripción	modelo: Krebs gMax26-H-
Tamaño	diámetro: 26 mm

Planta de Flotación

El edificio de la planta de flotación tendrá un área total de 1,965 m² donde se ubicarán dos circuitos de flotación selectiva. El primero será una flotación para mineral de plomo y el segundo una flotación para mineral de zinc. Cada circuito de flotación consistirá en una hilera de celdas de flotación primaria colocadas bajo el esquema de cascada, donde se separará el mineral de plomo y el de zinc; un sistema de limpieza formado por una hilera de celdas de limpieza primaria, secundaria y

terciaria bajo el mismo esquema, que ayudará a obtener un concentrado de buena calidad y una hilera de celdas agotadoras bajo el esquema de cascada para recuperar el mineral que no haya flotado en la flotación primaria. En los planos 51/69, 52/69 y 53/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución y reforzamiento, las elevaciones y secciones e isométrica del edificio de la planta de flotación y del edificio para el almacenamiento de reactivos, respectivamente.

Flotación Plomo

Tanque de acondicionamiento flotación primaria

Cantidad	1
Descripción	cerrada con agitador
Capacidad	vol. efectivo: 38.5 m ³
Tamaño	diámetro: 3.66 m, alto: 4.27 m
Tiempo de retención	5 min

Celdas de flotación primaria

Cantidad	6
Descripción	celdas tipo tanque
Capacidad	Vol. 30 m ³ c/u
Tiempo de retención	18 min
Energía instalada	45 kW cada celda

Bomba de colas de flotación primaria

Cantidad	1 (operación), 1 (standby)
Descripción	tipo: centrifuga horizontal
Capacidad	máxima: 475 m ³ /h
Energía instalada	45 kW

Sumidero de colas de flotación primaria

Cantidad	1
Capacidad	Vol. Requerido: 6.9 m ³
Tamaño	ancho: 2 m, largo: 2 m, alto: 2.5 m
Tiempo de retención	1 min

Bombas de concentrado de flotación primaria

Cantidad	1 (operación), 1 (standby)
Descripción	tipo: centrifuga vertical
Capacidad	máxima: 40 m ³ /h
Energía instalada	7.5 kW

Sumidero de concentrado de flotación primaria

Cantidad	1
Capacidad	Vol. Requerido: 1.3 m ³
Tamaño	ancho: 1.25 m, largo: 1 m, alto: 1.5 m
Tiempo de retención	2 min

Bomba alimentadora ciclón de remolienda

Cantidad 1 (operación), 1 (standby)

Descripción tipo: centrifuga vertical

Sumidero de remolienda

Cantidad 1

Capacidad Vol. Requerido: 2.9 m³

Tamaño ancho: 1.7 m, largo: 1.4 m, alto: 2 m

Tiempo de retención 1 min

Molino de remolienda

Cantidad 1

Descripción tipo: de bolas vertical, modelo: VTM-150-WB, circuito cerrado con ciclones

Tamaño diámetro: 1.6 m, alto: 3.8 m

Energía instalada 112 MW

Ciclones de remolienda

Cantidad 2 (operación), 2 (standby)

Descripción modelo: Krebs gMax10-10

Tamaño diámetro: 25.4 mm

Tanque de acondicionamiento de limpieza 1ª

Cantidad 1

Descripción cerrada con agitador

Capacidad efectivo 4.8 m³ c/u

Tamaño diámetro: 1.83 m, alto: 2.44 m

Tiempo de retención 5 min

Celdas de limpieza 1ª

Cantidad 5

Descripción celdas tipo tanque

Capacidad Vol. 1.42 m³ c/u

Tiempo de retención 8 min

Energía instalada 3.75 kW cada celda

Bomba de colas de celdas agotadoras

Cantidad 1 (operación), 1 (standby)

Descripción tipo: centrifuga horizontal

Capacidad 35 m³/h

Energía instalada 7.5 kW

Sumidero de colas de celdas agotadoras

Cantidad 1

Capacidad requerido: 1.2 m³

Tamaño ancho: 1.6 m, largo: 1 m, alto: 1.5 m

Tiempo de retención 2 min

Celdas agotadoras

Cantidad 2

Descripción celdas tipo tanque

Capacidad Vol. 1.42 m³ c/u

Tiempo de retención 4 min

Energía instalada 3.75 kW cada celda

Bomba de concentrado de celdas agotadoras

Cantidad 1 (operación), 1 (standby)

Descripción tipo: centrifuga horizontal

Sumidero de concentrado de celdas agotadoras

Cantidad 1

Capacidad efectiva: 1.6 m³

Tamaño ancho: 1.6 m, largo: 1 m, alto: 1.5 m

Tiempo de retención 2 min

Sumidero alimentador de limpieza 2^a

Cantidad 1

Capacidad requerido: 0.7 m³

Tamaño ancho: 1.2 m, largo: 0.6 m, alto: 1.5 m

Tiempo de retención 1 min

Bomba de alimentación de limpieza 2^a

Cantidad 1 (operación), 1 (standby)

Descripción tipo: centrifuga horizontal

Energía instalada 3.75 kW

Celdas de limpieza 2^a

Cantidad 4

Descripción celdas

Capacidad Vol. 1.42 m³ c/u

Tiempo de retención 8 min

Energía instalada 3.75 kW cada celda

Sumidero de alimentación de limpieza 3^a

Cantidad 1

Capacidad requerido: 0.4 m³

Tamaño ancho: 1 m, largo: 0.6 m, alto: 1.2 m

Tiempo de retención 2 min

Bomba alimentadora de limpieza 3^a

Cantidad 1 (operación), 1 (standby)

Descripción tipo: centrifuga horizontal, velocidad variable

Celdas de flotación de limpieza 3^a

Cantidad 4

Descripción celdas tipo tanque

Capacidad Vol. 0.6 m³ c/u

Tiempo de retención 8 min

Energía instalada 1.9 kW

Sumidero alimentador del espesador de concentrado

Cantidad 1

Capacidad requerida: 0.3 m³
Tamaño ancho: 1 m, largo: 0.6 m, alto: 1.2 m
Tiempo de retención 2 min

Bomba alimentadora de espesador de concentrado

Cantidad 1 (operación), 1 (standby)
Descripción tipo: espumante horizontal
Capacidad máxima: 7 m³/h
Energía instalada 1.5 kW

Compresor de baja presión (celdas de columnas)

Cantidad 1 (operación), 1 (standby)

Flotación Zinc

Tanque de acondicionamiento flotación primaria

Cantidad 1
Descripción cerrada con agitador
Capacidad vol. efectivo: 38.5 m³
Tamaño diámetro: 3.65 m, alto: 4.27 m
Tiempo de retención 5 min

Celdas de flotación primaria

Cantidad 6
Descripción celdas tipo tanque
Capacidad Vol. 30 m³ c/u
Tiempo de retención 18 min
Energía instalada 45 kW cada celda

Sumidero de colas de flotación primaria

Cantidad 1
Capacidad Vol. Requerido: 6.9 m³
Tamaño ancho: 2.2 m, largo: 2 m, alto: 2.5 m
Tiempo de retención 1 min

Bombas de concentrado de flotación primaria

Cantidad 1 (operación), 1 (standby)
Descripción tipo: espumante vertical

Sumidero de concentrado de flotación primaria

Cantidad 1
Capacidad Vol. Requerido: 1.3 m³
Tamaño ancho: 1.25 m, largo: 1 m, alto: 1.5 m
Tiempo de retención 2 min

Bomba alimentadora ciclón de remolienda

Cantidad 1 (operación), 1 (standby)
Descripción tipo: espumante vertical

Sumidero de remolienda

Cantidad 1

Capacidad	Vol. Requerido: 2.9 m ³
Tamaño	ancho: 1.7 m, largo: 1.4 m, alto: 2 m
Tiempo de retención	2 min
<u>Molino de remolienda</u>	
Cantidad	1
Descripción	tipo: de bolas vertical, modelo: VTM-150-WB, circuito cerrado con ciclones
Tamaño	diámetro: 1.6 m, alto: 3.8 m
Energía instalada	112 MW
<u>Ciclones de remolienda</u>	
Cantidad	2 (operación), 1 (standby)
Descripción	modelo: Krebs gMax26-H
Tamaño	diámetro: 26 mm
<u>Tanque de acondicionamiento de limpieza 1ª</u>	
Cantidad	1
Descripción	cerrada con agitador
Capacidad	efectivo 4.8 m ³ c/u
Tamaño	diámetro: 1.83 m, alto: 2.44 m
Tiempo de retención	5 min
<u>Celdas de limpieza 1ª</u>	
Cantidad	5
Descripción	celdas tipo tanque
Capacidad	Vol. 1.42 m ³ c/u
Tiempo de retención	12 min
<u>Bomba de colas de celdas agotadoras</u>	
Cantidad	1 (operación), 1 (standby)
Descripción	tipo: centrifuga horizontal
<u>Sumidero de colas de celdas agotadoras</u>	
Cantidad	1
Capacidad	requerido: 1.5 m ³
Tamaño	ancho: 1.4 m, largo: 1 m, alto: 1.5 m
Tiempo de retención	2 min
<u>Celdas agotadoras</u>	
Cantidad	2
Descripción	celdas tipo tanque
Capacidad	Vol. 1.42 m ³ c/u
Tiempo de retención	8 min
Energía instalada	3.7 kW cada celda
<u>Bomba de concentrado de celdas agotadoras</u>	
Cantidad	1 (operación), 1 (standby)
Descripción	tipo: centrifuga horizontal
<u>Sumidero de concentrado de celdas agotadoras</u>	

Cantidad	1
Capacidad	efectiva: 0.3 m ³
Tamaño	ancho: 1m, largo: 0.6 m, alto: 1.2 m
Tiempo de retención	2 min

Sumidero alimentador de limpieza 2^a

Cantidad	1
Capacidad	requerido: 0.7 m ³
Tamaño	ancho: 1.1 m, largo: 1 m, alto: 1.2 m
Tiempo de retención	2 min

Bomba de alimentación de limpieza 2^a

Cantidad	1 (operación), 1 (standby)
Descripción	tipo: centrifuga horizontal
Capacidad	máxima 22 m ³ / h
Energía instalada	3.75 kW

Celdas de limpieza 2^a

Cantidad	4
Descripción	Celdas tipo tanque
Capacidad	Vol. 1.42 m ³ c/u
Tiempo de retención	8 min
Energía instalada	3.75 kW cada celda

Sumidero de alimentación de limpieza 3^a

Cantidad	1
Capacidad	requerido: 0.5 m ³
Tamaño	ancho: 1.2 m, largo: 0.6 m, alto: 1.2 m
Tiempo de retención	2 min

Bomba alimentadora de limpieza 3^a

Cantidad	1 (operación), 1 (standby)
Descripción	tipo: centrifuga horizontal, velocidad variable
Energía instalada	1.5 kW

Celdas de flotación de limpieza 3^a

Cantidad	4
Descripción	celdas tipo tanque
Capacidad	Vol. 0.6 m ³ c/u
Tiempo de retención	8 min
Energía instalada	1.9 kW

Sumidero alimentador del espesador de concentrado

Cantidad	1
Capacidad	requerida: 0.5 m ³
Tamaño	ancho: 1.2 m, largo: 1 m, alto: 1.2 m
Tiempo de retención	2 min

Bomba alimentadora de espesador de concentrado

Cantidad	1 (operación), 1 (standby)
----------	----------------------------

Descripción	tipo: espumante horizontal
Capacidad	máxima: 15 m ³ /h
Energía instalada	3.75 kW

Secado de Concentrados

Este edificio tendrá 1,413 m² y servirá para extraer la mayor parte del agua de los concentrados obtenidos en la planta de flotación utilizando espesadores y filtros prensa. En el plano 54/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución y de techos y la elevación principal del edificio de secado de concentrados.

Concentrado Plomo

Espesador de concentrado

Descripción	Tipo: tasa alta
Tamaño	diámetro: 4 m

Bomba de flujo de fondo del espesador de concentrado

Cantidad	1 (operación), 1 (standby)
Descripción	tipo: centrifuga horizontal, velocidad variable
Capacidad	Vol. 3.6 m ³ /h
Tamaño	250 m, 200 m
Energía instalada	1.5 kW

Bomba de rebalse del espesador de concentrado

Cantidad	1 (operación), 1 (standby)
Descripción	tipo: centrifuga horizontal, revestimiento de caucho
Capacidad	máxima: 20.4 m ³ /h
Energía instalada	1.5 kW

Tanque de concentrado

Cantidad	1
Descripción	cerrada con agitador
Capacidad	efectivo: 2.3 m ³
Tamaño	diámetro: 1.43 m, alto: 1.43 m
Tiempo retención	40 min

Bomba de concentrado

Cantidad	1 (operación), 1 (standby)
Descripción	tipo: centrifuga horizontal, velocidad variable
Capacidad	máxima: 5.4 m ³ /h
Energía instalada	1.5 kW

Filtro de concentrado

Cantidad	2
Descripción	tipo: presión automática

Concentrado Zinc

Espesador de concentrado

Descripción	Tipo: muelle central
Tamaño	diámetro: 4 m

Bomba de flujo de fondo del espesador de concentrado

Cantidad	1 (operación), 1 (standby)
Descripción	tipo: centrifuga horizontal, velocidad variable
Capacidad	Vol. 3 m ³ /h
Energía instalada	1.5 kW

Bomba de rebalse del espesador de concentrado

Cantidad	1 (operación), 1 (standby)
Descripción	tipo: centrifuga horizontal, revestimiento de caucho
Energía instalada	2.25 kW

Tanque de concentrado

Cantidad	1
Descripción	cerrada con agitador
Capacidad	efectivo: 2.8 m ³
Tamaño	diámetro: 1.65 m, alto: 1.64 m
Tiempo retención	40 min

Bomba de concentrado

Cantidad	1 (operación), 1 (standby)
Descripción	tipo: centrifuga horizontal, velocidad variable
Capacidad	máxima: 6 m ³ /h
Energía instalada	1.5 kW

Filtro de concentrado

Cantidad	2
Descripción	tipo: presión automática

Faja transportadora de concentrado

Cantidad	1
Capacidad	máxima operación: 6dtph
Energía instalada	3.75 kW

Tolva de concentrado

Cantidad	1
Descripción	acero
Capacidad	2.5 ton

Desecado de Colas

Las colas de la planta de proceso de mineral del Proyecto, considerando el tratamiento que reciben se consideran como colas secas. El edificio de desecado de colas será el sitio en donde se les extraerá el agua utilizando un sistema de filtrado (filtros prensa). El sitio contara con un área de 1,165 m². Una vez las colas hayan

pasado por el sistema de filtrado y estén secas, éstas serán depositadas en un área techada de 1,989 m² mientras son trasladadas a su destino final (depósito de colas secas o planta de pasta de relleno).

Espesador

Cantidad	1
Descripción	Tipo: tasa alta
Tamaño	diámetro: 12 m

Bomba de flujo de fondo del espesador

Cantidad	2
Capacidad	Vol. 180 m ³ /h
Energía instalada	37.5 kW

Tanque de rebalse del espesador

Cantidad	1
Capacidad	efectiva: 263.5 m ³
Tamaño	diámetro: 3.7 m, alto: 3.7 m
Tiempo retención	5 min

Bomba de rebalse del espesador

Cantidad	1 (operación), 1 (standby)
Descripción	tipo: centrifuga horizontal
Capacidad	máxima: 618.6 m ³ /h
Energía instalada	15 kW

Tanque de filtración de colas

Cantidad	1
Descripción	Tanque de acero al carbón
Capacidad	efectiva: 407 m ³ , flujo: 113.3 m ³ /h
Tamaño	diámetro: 3.7 m, alto: 5.5 m
Tiempo retención	29 min

Bomba de filtración de colas

Cantidad	1 (operación), 1 (standby)
Descripción	tipo: centrifuga horizontal
Capacidad	máxima: 170 m ³ /h
Energía instalada	15 kW

Tanque de alimentación de filtro

Cantidad	1
Descripción	tipo: tanque de acero al carbón, agitado con recubrimiento de caucho
Capacidad	efectiva: 701.2 m ³
Tamaño	diámetro: 4.9 m, alto: 5.5 m
Tiempo retención	35 min

Bomba de alimentación del filtro de colas

Cantidad	3 (operación), 1 (standby)
Descripción	tipo: revestimiento de caucho, centrifuga horizontal
Capacidad	54 m ³ /h
Energía instalada	37.5 kW

Filtro de colas

Cantidad	4
Descripción	Filtro de presión automático

Tanque de agua de lavado de colas

Cantidad	1
Descripción	Tanque acero al carbón
Capacidad	efectiva: 41.9 m ³ , caudal: 22.7 m ³ /h
Tamaño	diámetro: 1.82 m, alto: 2.44 m
Tiempo retención	15 min

Bomba de agua de lavado de colas

Cantidad	1 (operación), 1 (standby)
Descripción	tipo: centrifuga horizontal
Capacidad	22.7 m ³ /h
Energía instalada	7.5 kW

Faja transportadora de descarga del filtro de colas

Cantidad	1
Capacidad	Máxima operación: 227 dtph
Tamaño	ancho: 36 m, largo: 42 m
Energía instalada	18.75 kW

Faja transportadora de transferencia de colas secas

Cantidad	1
Capacidad	máxima operación: 227 dtph
Tamaño	ancho: 24 pulg, largo: 77.7 m, alto: 14.4 m
Energía instalada	112 kW

Faja transportadora de alimentación de tolva de colas secas

Cantidad	1
Capacidad	máxima operación: 227 dtph
Tamaño	ancho: 24 pulg, largo: 82 m
Energía instalada	18.75 kW

Planta de Pasta para Relleno

Aproximadamente un 66% de las colas serán utilizadas para rellenar los túneles conforme avance la extracción de mineral. El material para este fin se preparará en la planta de pasta que estará ubicada cerca del portal oeste. En la planta de pasta se adicionará cemento a las colas secas para formar una pasta que se utilizará como relleno en la mina subterránea, lo que permitirá que se reduzca en buena medida la cantidad de material a ser apilado en el depósito de colas secas. La pasta será

bombeada por tuberías hacia la mina subterránea donde será colocada. Al fraguar, este material irá formando una base sólida para continuar el minado del material en niveles superiores. El área que ocupará la planta será de 174 m². En el plano 55/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución y elevaciones de la planta de pasta para relleno.

Área de Almacenaje de Colas Secas

La empresa ha contemplado la construcción de una bodega de 1,989 mts² para el almacenamiento temporal de las colas secas previniendo el caso de no poder colocarlas en el Depósito de Colas Secas debido a inconvenientes climáticos u operacionales.

Depósito de Colas Secas

Aproximadamente un 34% de las colas secas provenientes de la planta de proceso de la Mina Escobal serán depositados en un sitio específicamente preparado para ello, ubicado en la parte sur de las instalaciones de la mina. Las colas secas serán transportadas por medio de una banda transportadora hasta el depósito de colas, donde será esparcidas utilizando maquinaria de construcción, colocadas en capas de aproximadamente 30 cm de espesor y compactadas mecánicamente utilizando un vibro compactador. Tendrá un área de 215,826 m².

- Criterios de Diseño y Construcción: El depósito de colas secas se ubicará en un amplio valle a unos 500 metros al sur de las instalaciones mineras y de procesamiento. Las laderas de las colinas de los alrededores están cubiertas por hasta 15 metros de aluvión y cenizas volcánicas. La base del depósito de colas secas se preparará removiendo la vegetación y el suelo orgánico, mismo que será almacenado en las áreas de depósito de suelo y utilizado en el futuro para la restauración y revegetación de áreas intervenidas por la operación. La capa inferior del suelo será preparada y compactada para alcanzar un grado de impermeabilidad equivalente a conductividad hidráulica de 10-5 cm/s. Este método de preparación de la superficie tiene varias ventajas sobre el uso de impermeables sintéticos, ya que provee una mayor estabilidad geotécnica y permite la infiltración de agua que se pudiera acumular entre el material depositado y el material plástico, reduciendo la posibilidad de un aumento de presión hidráulica en el depósito de colas. En el plano 56/69 del Anexo 4, se muestra el perfil, el soporte y drenaje del depósito de colas.

- Diseño de Construcción: Después de la preparación de la superficie inicial y de que el sistema de drenaje está instalado, se construirá un contrafuerte de roca y material de colas compactado en el pie o inicio del depósito de colas, con el fin de crear un soporte en la parte baja del apilamiento del depósito. Conforme el depósito de colas incrementa su volumen y altura, este mismo tipo de borda de soporte se construirá en la parte exterior del talud para proporcionar soporte estructural adicional al depósito.

El Dr. Julio Masis de la empresa M3 Engineering elaboró el manejo de aguas pluviales en el área del proyecto y su informe se adjunta en el Anexo 6.

- Manejo de Aguas Pluviales: El manejo adecuado de agua de lluvia es una parte integral del criterio para el diseño del depósito de colas secas. El sistema de manejo de agua de lluvia está diseñado para minimizar el contacto entre el agua de lluvia y las colas, al mismo tiempo que mantiene una separación entre el agua de lluvia y agua de infiltración hasta donde sea posible.

Un sistema central de drenaje se construirá en el drenaje natural del valle donde se construirá el depósito de forma que quede debajo de las colas. El sistema de drenaje consistirá en dos tuberías independientes de 600 mm de diámetro, las cuales mantendrán la separación entre el agua de lluvia que no haya entrado en contacto con las colas y el agua que se haya infiltrado en el material apilado. Las tuberías se colocaran en forma paralela sobre una capa de polietileno de alta densidad (HDPE por sus siglas en ingles) y cubierto con una capa de grava filtro, seguido por una capa de geotextil. Las colas provenientes de la planta de proceso, así como roca extraída de áreas de desarrollo de la mina subterránea serán colocadas sobre estas tuberías.

Durante la construcción y operación del depósito de colas, el agua de lluvia proveniente de la parte alta del valle y que no haya estado en contacto con las colas será conducido a través de un tubo solido de alta resistencia que será extendido desde el pie del depósito hasta la parte alta del valle, aguas arriba del depósito de colas hasta descargar en el drenaje natural.

La segunda tubería del sistema de drenaje será perforada para recolectar el agua que haya podido infiltrarse en el depósito de colas, o que haya entrado en contacto con las mismas o que pudiera drenar del propio material apilado. Previo

a la colocación de las colas, se construirán una serie de drenajes sobre el suelo compactado en la parte más plana del sitio de almacenamiento, los cuales serán conectados directamente al tubo central perforado, de manera que puedan recolectar la mayor parte del agua de infiltración de las colas y enviarla a la pileta del área de depósito de colas y escombros construida en la parte baja del valle, fuera del perímetro designado para la colocación de colas. Estos drenajes se construirán utilizando grava limpia de filtro y geotextil.

- Análisis Geotécnico: La empresa guatemalteca Geotecnia y Cimentaciones, S. A. (GEOCIMS A), llevó a cabo un análisis geotécnico del subsuelo en el área del depósito de colas, y cuyo informe se adjunta en el Anexo 7. El propósito de la investigación fue establecer las características geo mecánicas de los estratos del suelo. GEOCIMS A completó diez pozos con profundidades de hasta 16 metros, cubriendo el área total del sitio designado para el depósito de colas. La capacidad de soporte de peso del subsuelo fue determinada en base a Pruebas Estándares de Penetración (SPT por sus siglas en inglés) realizadas bajo la especificación D-1586 de la ASTM y tomadas a intervalos de un metro en todas las perforaciones. Las pruebas de laboratorio realizados en las muestras de suelo incluyen determinaciones del contenido de humedad, límites de Atterberg (límites líquidos y de plasticidad), Índice de la Plasticidad (Plasticity Index), análisis de tamiz (Sieve Analysis) y clasificación unificada de suelos (Soil Unified Classification).

Por medio de pozos de taladro se pudieron determinar los estratos, consistiendo en una capa de sedimentos arenosos hasta una profundidad de dos metros, seguida por dos a tres metros de arena con sedimentos y capas delgadas de suelos paleozoicos entreverada en las arenas sedimentadas. Esta secuencia se repite hasta una profundidad de 10 metros, desde donde comienzan capas densas de areniscas granuladas, o la continuación de la secuencia superior mezclada con grava. En la mayoría de los casos, los golpes durante Pruebas Estándares de Penetración (SPT) se incrementaron a profundidades mayores a 10 metros.

GEOCIMS A clasificó los depósitos de los estratos del suelo como suelos SM o SC, que pertenecen a la formación de toba de ceniza, piedra pómez y tienen excelentes propiedades mecánicas, especialmente cuando se encuentran confinados, con cohesión debido al enclavamiento mecánico de las partículas. El nivel freático registrado en el área se encuentra aproximadamente a 35 metros de profundidad y los suelos estudiados por encima de este nivel no se encuentran

saturados, indicando estabilidad de los estratos del suelo en caso de un evento sísmico.

Adicionalmente, para que la licuefacción del suelo se produzca, más del 50% de las partículas del suelo debe ser aproximadamente del mismo tamaño, lo cual no es el caso de la ceniza de piedra pómez, como lo demuestran las curvas de graduación calculada en análisis de tamaño de partícula.

La estabilidad de las colas secas por sí mismas y la instalación general del depósito de colas en el caso de un evento sísmico de gran magnitud (hasta una magnitud de 8.4) se asegura con un talud final relativamente plano de 3H: 1V y el hecho de que las colas están básicamente secas y por lo tanto no susceptible a la licuefacción inducida por eventos sísmicos.

- Estudios de Composición Geoquímica de las Colas y Drenaje Ácido de Roca: Numerosos estudios han sido llevados a cabo por laboratorios independientes para determinar las características geoquímicas de las colas del proyecto Minero Escobal, entre los cuales se encuentran: el potencial de generación de ácido, y la composición química de los residuos del agua de los efluentes. Los resultados del trabajo de pruebas demuestran que la composición química de las colas es neutralizadora de ácido, y que los componentes químicos de efluentes de las mismas son muy inferiores a las normas de descarga de Guatemala de acuerdo al “Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos” Acuerdo Gubernativo 236-2006, así como las normas de la EPA y del Banco Mundial.
- Caracterización de las Colas: Tres muestras representativas del material de colas del Proyecto Minero Escobal, identificadas como T-57, T-61 y T-66, fueron analizadas para determinar las propiedades mineralógicas y geoquímicas. La composición mineralógica de las colas fue determinada por los Laboratorios FLSmidth de Salt Lake City, Utah, EE.UU., utilizando software de imagen para análisis de microscopía y análisis de micro sonda. El reporte del laboratorio muestra que los residuos se componen principalmente de minerales de cuarzo y carbonato, con menores cantidades de pirita y rastros de esfalerita, calcopirita, galena, tetraedrita, sulfosales de plata, y Acantitas. Los rastros de sulfuros están en su mayoría intercalados con los minerales antes mencionados. En el Anexo 8 se adjunta los resultados del laboratorio.

El laboratorio ALS Chemex analizó las tres muestras de residuos por medio de técnicas de polarización con espectrómetro de masas de plasma inductivo acoplado (induced-coupled polarization, o ICP por sus siglas en inglés) para determinar los elementos constituyentes de las colas. Los resultados del análisis ICP se muestran en el Cuadro 5.4. En el Anexo 8 se adjunta los resultados del laboratorio.

Cuadro 5.4 Análisis ICP de metales de las colas

Análisis (mg/Kg)	T-57	T-61	T-66	Análisis (mg/Kg)	T-57	T-61	T-66
Ag	92.6	59.4	> 100	Na	300	400	400
Al	33,000	32,600	33,400	Nb	2.8	2.7	2.7
As	103	53.1	120	Ni	40.2	42.5	7.3
Ba	370	380	370	P	300	300	300
Be	0.93	0.97	0.85	Pb	736	540	866
Bi	0.10	0.08	0.02	Rb	127	127	135
Ca	36,200	36,600	37,200	Re	0.003	0.003	0.002
Cd	16.35	8.89	60.7	S (total)	6,200	3,600	9,400
Ce	23.2	22.8	22.7	Sb	293	291	283
Co	4.3	3.5	4.0	Sc	3.5	3.3	3.4
Cr	91	73	18	Se	1	1	2
Cs	12.75	11.90	12.60	Sn	1.3	0.9	0.8
Cu	87.3	46.4	82.4	Sr	99.7	98.7	100
Fe	20,200	16,700	20,000	Ta	0.2	0.17	0.16
Ga	11.35	10.90	10.7	Te	0.1	0.06	0.07
Ge	< 0.05	0.1	0.08	Th	2.1	2.1	2.3
Hf	0.4	0.5	0.5	Ti	1,360	1,370	1,350
Hg	0.21	0.13	0.71	Tl	4.12	4.16	4.06
In	0.013	0.012	0.012	U	0.8	0.7	0.8
K	18,700	18,600	19,000	V	29	29	29
La	10.8	11.3	11.6	W	8.2	7.4	7.1
Li	44.6	39.9	37.9	Y	5.2	4.7	5.5
Mg	6,500	6,600	6,800	Zn	1,380	830	4,950
Mn	8,880	8,930	8,680	Zr	11.7	15.2	14.6
Mo	19.25	16.1	10.75				

Cabe destacar el alto contenido de calcio en cada una de las muestras (> 36,000 mg/kg) lo cual es indicativo del alto contenido de carbonato en el mineral de la mina Escobal, del cual se derivan las colas. Los carbonatos actúan como agente amortizador (buffer) para evitar la potencial generación de ácido en las colas, como lo demuestran las pruebas de contabilidad de base ácida que se describen a continuación.

- Estudios de Drenaje Ácido de Roca: En los laboratorios McClelland, de Sparks, Nevada, EE.UU., realizaron pruebas de cálculo de ácido base modificado (ABA por sus siglas en inglés) en tres muestras de colas para determinar el potencial de neutralización de ácidos y el potencial de generación de ácido de las colas de Escobal. Como se muestra en el Cuadro 5-5, los tres pruebas realizadas en las colas tienen un alto potencial de neutralización neto, con una relación promedio PNA: PGA de 10.3:1 y un pH promedio de 7.6. En el Anexo 8 se adjunta los resultados del laboratorio.

Cuadro 5.5 Contabilidad Acido-Base en las Colas
Resultados de Pruebas Estáticas de Potencial de Generación de Ácido

Muestra	pH de pasta	Sulfuro, porcentaje en peso (como S)					PGA ¹	PNA	PNN	PNA:PGA
		Total	SO ₄	S Pirítico	S No Ext	S No Sulfato				
T-57	7.64	0.6	0.17	0.42	0.01	0.43	13.13	110	96.87	8.4
T-61	7.80	0.33	0.11	0.22	<0.01	0.22	6.88	113	106.12	16.4
T-66	7.48	0.87	0.28	0.58	0.01	0.58	18.13	109	90.87	6.0

PGA basado en contenido de Sulfuro de Piritita* (%S= x 31.25).

PGA, PNA y PNN en unidades de toneladas de CaCO₃ equivalentes por 1000 toneladas de sólidos.

PGA= Potencial de Generación de Acido (AGP por sus siglas en ingles).

PNA= Potencial de Neutralización de Acido (ANP por sus siglas en ingles).

PNN= Potencial Neto de Neutralización (NNP por sus siglas en ingles).

Los resultados de estas pruebas muestran que el material a ser depositado en el depósito de colas tiene un alto potencial neto de neutralización y no generaran ácido, por lo cual no se predicen impactos adversos al medio ambiente.

- Composición Química de Lixiviados de las Colas: En los Laboratorios McClelland también se realizaron Pruebas de Movilidad de Agua Meteórica (MWMP por sus siglas en inglés), para evaluar la composición química de los efluentes de las colas y la posibilidad de disolución y movilidad de metales por agua meteórica, cuyos resultados se muestran en el cuadro 5.6. En el Anexo 8 se adjunta los resultados del laboratorio.

Cuadro 5.6 Composición Química de Lixiviados de las Colas

Constituyente (mg/Lt)	Límites Máximos Permisibles	Muestras de Colas			
		T-61	T-57	T-66	Promedio
Nitrógeno Total	20	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Fósforo Total	10	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Arsénico	0.1	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Cadmio	0.1	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Cianuro Total	1	0.254	0.191	0.04	0.162
Cobre	3	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Mercurio	0.01	< 0.0001	< 0.0001	< 0.001	< 0.001
Níquel	2	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Plomo	0.4	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025	< 0.0025
Zinc	10	< 0.01	0.015	0.041	0.02

Como se muestra en el Cuadro 5.6, las cantidades de metales y otros elementos en las colas son muy inferiores a los límites máximos permisibles como exige el Acuerdo Gubernativo No. 236-2006, Artículo 21 - Límites Máximos Permisibles, párrafo Entes Generadores Nuevos y estándares internacionales. Los efluentes de la filtración de colas en Escobal no lixiviarán metales u otros componentes nocivos hacia el medio ambiente ni impactará las aguas subterráneas. Minera San Rafael S. A., implementará un programa de monitoreo continuo de la calidad del agua de los efluentes de las colas de la planta para asegurar la calidad del agua, así como el recubrimiento del depósitos de colas durante el proceso de acomodamiento de material con la finalidad de reducir la cantidad de lixiviados hacia la pileta de escombros y depósitos de colas.

Instalaciones Auxiliares o de Apoyo

Tanto la mina subterránea como la planta de proceso, contarán con áreas de servicio e infraestructura de apoyo. Los edificios serán de estructura metálica pre diseñado y prefabricada, contarán con paredes de mampostería de hormigón y techo de armadura de metal. Las divisiones internas estarán construidas con tabla yeso y contarán en su mayoría con sistema de aire acondicionado. Los edificios de menor tamaño se podrán construir de la forma tradicional. Cada una de las instalaciones contará con sistemas de detección de incendios (se instalarán alarmas detectoras de humo) y extinguidores portátiles tipo ABC. El agua para el consumo doméstico provendrá de 2 pozos de producción estimando un consumo de 28 gpm. Para el manejo de las aguas residuales domésticas se construirá un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas. Las instalaciones de apoyo a construir se describen a continuación:

Viviendas para el Personal Permanente

En el Proyecto se construirán viviendas para el personal permanente que labore durante la etapa de operación. El área incluirá 23 módulos habitacionales. Cada módulo será individual tendrá un área de 95.84 m², incluyendo dos dormitorios, un baño privado completo sala comedor y cocina. En el plano 8/69 del Anexo 4, se muestra la planta acotada, elevación frontal y planta amueblada de la vivienda para personal permanente.

Las aguas residuales serán conducidas en sistemas de drenajes hacia un ecualizador desde donde serán bombeadas al sistema de tratamiento de aguas residuales del proyecto.

El área de viviendas contará con áreas verdes y tendrá un pequeño camino vehicular para permitir que vehículos de seguridad patrullen. El área completa será de 30,807 m².

Cafetería

Se construirá una pequeña cafetería para el personal que viva en el Proyecto. La cafetería tendrá la capacidad para atender 50 personas por servicio. La cafetería tendrá un servicio tipo buffet proporcionado por una empresa externa de cocina comercial. La cocina incluirá un área para el servicio de buffet, cuarto para la preparación de comida caliente, cuarto de limpieza, congeladores y refrigeradoras, cuarto de desechos, cuarto de almacenamiento y lavado de platos. Otras áreas de la cocina incluyen un área de recepción y sala de máquinas. Las áreas comunes incluyen baños y closet para el conserje. En el exterior del edificio, cerca de la entrada se ubicará una batería de lavamanos. La cafetería será un edificio de un nivel y tendrá aproximadamente 524 m². En los planos 22/69 y 23/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución y de techos, las elevaciones y secciones de la cafetería.

Garita de Seguridad

El edificio de garita de seguridad tendrá tres funciones. Estas incluyen área para inspecciones de seguridad del proceso, cuarto de báscula de camiones y área de servicios sanitarios generales. El área de seguridad del proceso incluirá 4 filas de inspección (2 filas de entrada y 2 filas de salida del sitio), un cuarto de control, un comedor, área para el almacenamiento de equipo de seguridad, un cuarto para entrenamiento en seguridad y oficinas para el personal de seguridad. La porción del edificio de la báscula tendrá vista directa hacia la báscula e incluirá un escritorio para registrar y documentar el movimiento dentro y fuera del sitio. El acceso para los baños

será por el exterior y será provisto para los trabajadores que entran y salgan del sitio de la mina. La garita de seguridad será un edificio de un nivel con un área aproximada de 610 m² y tendrá una capacidad para 22 personas. En los planos 9/69 y 10/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución y de techos, las elevaciones y secciones de la garita de seguridad.

Edificio de Guardería Infantil

La Guardería proveerá servicios de cuidado a los niños pequeños del personal femenino asalariado, durante las horas de trabajo. Tendrá 5 empleados. La instalación incluirá una zona de recreación interna, baños para adultos y niños, comedor con refrigerador y un área de oficina/recepción para el registro de niños. Adicionalmente a los espacios internos, la instalación tendrá un área externa cubierta de recreación. La Guardería se encontrará adjunto al edificio administrativo, será de un nivel y tendrá aproximadamente 216 m². En los planos 11/69 y 12/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución y de techos, las elevaciones y secciones de la guardería infantil.

Alojamiento para Guardias de Seguridad

El alojamiento para los guardias de seguridad albergará un total de 10 guardias y servirá de vivienda para los guardias que estén fuera de servicio. La instalación incluirá cuartos con 5 literas, un comedor, sala de descanso, baños y duchas. El alojamiento tendrá únicamente un nivel y tendrá aproximadamente 218 m². En los planos 13/69 y 14/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución y de techos, las elevaciones y secciones del alojamiento para los guardias de seguridad.

Almacén

El propósito principal del almacén es proveer almacenamiento de forma segura y ordenada a insumos y piezas pequeñas. El edificio del almacén contará con un amplio espacio para la colocación de anaqueles y las maniobras de un montacargas. Además poseerá varias oficinas. También poseerá áreas comunes como un área de descanso con un comedor, baños y un cuarto de distribución/recepción. La parte externa del edificio contendrá un muelle elevado de carga para ayudar en la descarga de semirremolques. Se usará un montacargas CAT GP40k para almacenar en anaqueles. El almacén tendrá acceso directo al patio de almacenamiento externo. Será construido de estructura metálica pre fabricada con paneles metálicos en el exterior, bastidores metálicos en el interior y separación de tabla yeso. El piso será de concreto y el techo de lámina. El almacén será de un único nivel y tendrá aproximadamente 2,608 m². El almacén contará con un sistema contra incendios y las oficinas contarán con aire

acondicionado. En este edificio habrá 8 personas trabajando. En los planos 18/69 y 19/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución y de techos, las elevaciones y secciones del almacén.

Edificio Administrativo

Este edificio será la oficina central del Proyecto y contará con cuatro áreas, las cuales incluyen: Recursos Humanos, Logística/Compras, Contabilidad y la Administración General.

El área de Recursos Humanos incluye oficinas para los jefes de recursos humanos, personal de recursos humanos, coordinadores de capacitación, nómina, personal administrativo, la gerencia de desarrollo sostenible y una oficina para visitantes. Junto con estas oficinas, esta área incluye un comedor con un cuarto para la reproducción de copias y una sala para entrevistas privadas. El área de Logística/Compras incluye oficinas para los jefes de logística, personal de logística, jefe de compras, personal de compras y personal para el envío del concentrado. Esta área incluye además un pequeño comedor con un cuarto de fotocopias y una sala para conferencias. El área de contabilidad incluye oficinas para el jefe de contabilidad, personal de contabilidad, personal de seguridad y personal de tecnológica de la información (IT). Esta área también incluye, un cuarto de servidores, closet de almacenamiento y una sala de conferencias. El área de Administración General incluirá oficinas para el Gerente General, asistente del gerente general, gerente de mina, gerente administrativo, vicepresidente de operaciones y oficina para invitados/visitas. También incluye un comedor con un cuarto de fotocopias y una sala de conferencias. Algunas áreas comunes de este edificio incluyen los baños, recepción con un cuarto de espera adjunto, sala de máquinas, sala de descanso y closet de conserjes.

El edificio de Administración se localizará cerca de la entrada al Proyecto, adyacente a la garita de seguridad y a la guardería. Este edificio será de un nivel y medirá aproximadamente 1,630 m² y tendrá una capacidad para 62 personas. En los planos 20/69 y 21/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución y de techos, las elevaciones y secciones del edificio administrativo.

Clínica Médica y de Primeros Auxilios

La clínica médica contará con personal médico para atender emergencias y enfermedades comunes del personal. Personal médico atenderá la clínica 7 días por semana durante el día y estará preparado para atender emergencias las 24 horas del

día, para lo cual se les proporcionara habitación en las viviendas para el personal permanente y tendrán disponible radio y teléfono las 24 horas del día. El edificio de la clínica incluirá una recepción, cuartos para examen y atención para pacientes, área para la recepción de pacientes, oficinas para el personal médico, baños y cuarto de almacenamiento de suministros. El edificio también tendrá estacionamiento techado para las ambulancias ubicado al lado del área de recepción de pacientes. Será un edificio de un nivel de aproximadamente 182 m². En los planos 24/69 y 25/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución y de techos, las elevaciones y secciones de la clínica médica y de primeros auxilios.

Edificio de Vestidores del Área de Molino

El principal propósito de este edificio será proveer espacios adecuados y cómodos para los trabajadores, el área contará con duchas, área para cambiarse y baños a los operarios de la planta de proceso. Tendrá una capacidad para 43 personas con un área separada para hombres y mujeres. Cada área incluirá duchas, baños, armarios y cesta de almacenamiento. Además de las áreas descritas, este edificio incluirá un área para asambleas y espacios para equipos mecánicos y eléctricos y para los conserjes. El edificio se encontrará al lado de la planta de proceso. Será un edificio de un nivel y tendrá aproximadamente 420 m². En los planos 26/69 y 27/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución y de techos, las elevaciones y secciones del edificio de vestidores del área de molino.

Edificio de Oficinas del Molino

Las oficinas del molino se encontrarán adyacentes a la planta de proceso y serán utilizadas por el personal de molienda. Aproximadamente 8 trabajadores, incluyendo el jefe de la planta de proceso utilizarán este edificio. Además se encontrarán en este edificio un comedor, sala de conferencias, cuarto de almacenamiento y baños. Será un edificio de un nivel con aproximadamente 275 m². En los planos 28/69 y 29/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución y de techos, las elevaciones y secciones del edificio de oficinas del molino.

Edificio de Laboratorio

El propósito principal del laboratorio es analizar física y químicamente las muestras de control del proceso de minado y de flotación, albergar el flujo de muestras y proveer espacio para el equipo que será utilizado en el análisis de muestras. Se realizarán ensayos metalúrgicos y pruebas de contabilidad ácido-base, los cuales proveerán datos analíticos para el desarrollo del Proyecto, control de minado, análisis de escombros, monitoreo y manejo de las instalaciones, así como análisis de los

concentrados de plomo y zinc y de las colas. Este edificio contiene áreas tales como cuarto de preparación de muestras, laboratorio metalúrgico, laboratorio de humedad, cuarto de absorción atómica, cuarto de ICP (Espectrometría de Emisión Atómica por Plasma), cuarto de balanzas, cuarto de almacenamiento de muestras, cuarto de almacenamiento de reactivos químicos y cuarto de ensayos al fuego. Los ensayos de fuego serán para la plata y el oro, adicionalmente se realizarán análisis para soluciones de plomo, zinc y otros metales, pH, cianuro, análisis de pH en pasta y características físicas como densidad de la mezcla y análisis granulométricos.

Los reactivos químicos que serán utilizados son:

- Ensayos de fuego: borato de sodio (bórax anhidro), soda ash, fluorita, litargio (óxido de plomo), nitrato de potasio, nitrato de plata, ácido nítrico, ácido clorhídrico, arena de sílice;
- Ensayos para plomo y zinc: ácido clorhídrico y ácido nítrico.

Las copelas y crisoles utilizados en los ensayos de laboratorio serán llevados al molino para su eliminación. No se utilizarán reactivos químicos para los análisis de pH en pasta o caracterización física. Las cantidades de reactivos químicos usados para las pruebas metalúrgicas para determinar cantidades de metales en la alimentación, solución de flotación, concentrados y colas serán mínimas.

El edificio poseerá oficinas junto a otras áreas comunes como baños, sala de descanso, una sala de conferencias y una sala de tecnológica de la información (IT). El laboratorio también requerirá espacio para los equipos externos tales como colectores de polvo, unidades de aire de repuesto y almacenamiento de muestras. El laboratorio se encontrará adyacente a la planta de proceso. Será un edificio de un nivel de aproximadamente 1239 m², con capacidad para 16 personas. En los planos 30/69 y 31/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución y de techos, las elevaciones y secciones del edificio del laboratorio.

Todo el personal que trabaje en el laboratorio deberá usar equipo de protección personal; además el laboratorio estará equipado con estaciones de lavado. El personal será capacitado en el uso, manejo y almacenamiento de todos los reactivos químicos utilizados así como serán entrenados en procedimientos de respuesta a derrames.

Estación de Abastecimiento de Combustible

Se construirá una estación de abastecimiento de combustible, en la cual se almacenará únicamente diesel.

Área de Tanques: El conjunto 4 de tanques de 10,000 galones c/u, se ubicará en un área aproximada de 360 m². En los planos 32/69, 33/69 y 34/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución, las elevaciones, secciones y detalles de la estación de abastecimiento de combustible.

- Los tanques estarán colocados sobre una losa de concreto armado de 0.10 m de espesor. Anclados a la misma mediante tornillos tipo A325 de ¾" de diámetro, 4 por tanque como mínimo.
- En la periferia de los tanques de almacenamiento se construirá un dique anti derrames de 1.40 m de altura, cuya capacidad de contención será de 73,770 galones.
- Sobre los tanques se instalará una estructura metálica la cual será utilizada como puente para inspección de los tanques.

Depósitos de Combustible:

- Los depósitos serán fabricados de acuerdo a las Normas UL – 58 Underwriters Laboratories INC. (7^a. Edición).
- Sólo se usarán láminas nuevas de acero ASTM A-7; tipo "A" de ¼".
- Los electrodos que se usen serán de la clasificación E – 6010.
- Cada tanque llevará la marca del fabricante.
- Cada tanque será probado a 5 lbs/plg² con aire, antes de pintarse.
- Cada tanque será pintado con dos manos de pintura anticorrosivo.
- El diámetro de los tanques será de 2.59 metros.

Los tanques se colocarán sobre la losa de concreto y estarán anclados mediante tornillos tipo A325, estando soportados por dos estructuras metálicas de alma llena.

En el Proyecto los depósitos, no estarán bajo techo. El sistema de carga y descarga será mediante el bombeo del combustible desde el medio de transporte especializado hacia el tanque y viceversa. Desde el medio de transporte se conectara una manguera flexible de 3" de diámetro hacia la bomba de presión, desde esta se conducirá el combustible mediante tubería hg de 3" hasta cada uno de los tanques.

La instalación de los depósitos se hará por profesionales con experiencia en el ramo. El traslado hacia el proyecto debe ser supervisado por dichos profesionales.

Área de Carga y Descarga: El área de carga y descarga está conformada básicamente por una losa de concreto armado de 0.15 m de espesor, bordeada por una rejilla anti derrames, en esta área se instalará una estructura metálica (andador) que será utilizada para facilitar y asegurar las operaciones durante la carga de combustibles.

Bomba de Presión: El sistema de carga y descarga ha sido diseñado para operar con una bomba de 1.5 hp. La cual será instalada contiguo al área de carga y descarga, estando protegida por un muro perimetral de 1.20 m de altura, y 1.20 m de ancho y largo. Las bombas que entran o salen de las tuberías tienen sellos diseñados para éstas aplicaciones. La tubería que se instalará para la conducción de los combustibles será HG y tubería flexible con sistemas de acoples rápidos.

Respiraderos: Estarán colocados sobre cada tanque en un área suficientemente ventilada del área de tanques (extremo norte), lejos de cualquier fuente de ignición. Para los respiraderos se instalará un sistema de doble codo en cada uno, tal como puede observarse en los planos del proyecto.

Edificio de Seguridad y Rescate de la Mina

El edificio de seguridad y rescate tendrá tres áreas diferentes. Estas incluyen área de seguridad industrial y ocupacional, vestíbulo de entrenamiento y brigada de rescate de la mina. El área de seguridad incluye oficinas para el gerente de seguridad, oficinas para los supervisores de seguridad y área de almacenamiento para el equipo de seguridad. El vestíbulo de entrenamiento incluye un espacio grande abierto con asientos y tableros para los seminarios de entrenamiento, que incluirán aspectos de seguridad en la mina subterránea, en la planta de proceso, así como el simulacro de los planes de emergencia y contingencia. La brigada de rescate de la mina tendrá 6 personas e incluirá oficinas y un comedor. El edificio de seguridad y rescate además tendrá servicios sanitarios adecuados para las personas que asistan a los seminarios de entrenamiento. El edificio será de un nivel y tendrá aproximadamente 442 m². En los planos 35/69 y 36/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución y de techos, las elevaciones y secciones del edificio de seguridad y rescate de la mina.

Edificio de Lavandería

En el edificio de lavandería se encontrará el personal y el equipo para el lavado de la ropa de trabajo, servicio que se les prestará a los trabajadores. Las instalaciones

incluirán una zona de recepción, área de lavadoras y secadoras, área de prensa, área de almacenamiento y clasificación de ropa sucia, almacenamiento de ropa limpia y almacenamiento de carretillas de lavandería. Además, esta instalación incluirá un cuarto para el almacenamiento de insumos de limpieza, baños y un cuarto de máquinas con calentadores de agua. El edificio será de un nivel y tendrá aproximadamente 210 m². En los planos 37/69 y 38/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución y de techos, las elevaciones y secciones del edificio de lavandería.

Edificio de Vestidores del Área de Mina

Este edificio proveerá de duchas, área para cambiarse y baños al personal de la mina y talleres. Estos servicios serán proveídos en áreas separadas a los cuatro diferentes grupos. Estos grupos incluyen 310 hombres, 30 mujeres, 30 supervisores y 30 entre personal vario, dando un total de 401 personas. Cada grupo tendrá un cuarto que contendrá duchas, baños, casilleros y cestas de almacenamiento. Además incluirá un espacio de reuniones, cuarto de lámparas con estaciones de carga de baterías, espacio para equipos mecánicos, eléctricos y de conserjes. El edificio se ubicará entre los dos portales de la mina subterránea y a un lado del edificio de operaciones de minería. Será un edificio de dos niveles por las condiciones de pendiente del sitio y tendrá aproximadamente 460 m². En los planos 39/69 y 40/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución y de techos, las elevaciones y secciones del edificio de vestidores del área de mina.

Edificio de Lavado de Camiones de la Mina

La instalación para el lavado de camiones de minado servirá para limpiar los vehículos de minería. Normalmente los vehículos de minería se lavan antes de recibir servicio en el taller de mina. La instalación será una plataforma abierta de lavado con un sistema de acceso unilateral y pistolas de alta presión. La plataforma será de concreto y tendrá capacidad para el lavado de un vehículo de minería a la vez. Contará con un sistema de contención adecuado de manera que las aguas con aceite y grasa no descarguen directamente al ambiente sino que a un tanque recolector. Además otras áreas incluyendo un área de segregación para remover lodos, un separador de aceites y agua, equipos mecánicos asociados para el lavado de vehículos grandes y filtro de agua sucias. Este será un edificio de un nivel y tendrá aproximadamente 2,005 m². En los planos 41/69 y 42/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución y de techos, las elevaciones y secciones del edificio de lavado de camiones de la mina, con los tanques de separación de agua y aceite y de reciclado de agua.

Edificio de Taller de la Mina

El principal propósito del taller de la mina es dar servicio a los vehículos que operan en la superficie y en la mina subterránea. Adicionalmente, tendrá oficinas y bahías de trabajo. En esta área trabajarán 23 personas. Este edificio será de dos plantas y en la planta baja tendrá capacidad para seis bahías de servicio. Estas bahías incluirán espacio para reparaciones de equipos pesados, cambios de aceite/lubricantes, reparación de vehículos pequeños, reparación de llantas, soldadura y área de trabajo eléctrico. Se contará con un tanque para las aguas de lavados, con un separador de aceites/arenas y una conexión al dique de drenaje. Adyacente al área de bahías estará un depósito de repuestos (incluyendo almacenamiento), un comedor con sala de descanso, baños, espacio para trabajos eléctricos con almacenamiento, y sala de máquinas. La planta alta albergará oficinas, un comedor y baños. Las oficinas tendrán ventanas desde donde se podrán ver las bahías de servicio. La planta alta contará con aire acondicionado.

En el exterior del edificio se encontrarán los contenedores de almacenamiento de aceite nuevo y usado, almacenamiento de los compresores y equipo mecánico de soporte de las bahías de servicio. Los sitios de almacenamiento de aceites contarán con un sistema de contención para la prevención de derrames. El edificio tendrá dos niveles y contará con aproximadamente 1439 m². En los planos 43/69 y 44/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución y de techos, las elevaciones y secciones del edificio del taller de la mina.

Polvorín

El polvorín albergará los explosivos, agentes de voladura y detonadores para los explosivos requeridos para la voladura de la mina subterránea. Los explosivos y agentes de voladura se almacenarán en un área separada de los detonadores. Este edificio fue construido durante la fase de exploración y su construcción fue aprobada en el EIA de construcción de túneles de exploración. Para su diseño se usaron códigos de construcción, internacionales y locales. Los materiales empleados en su construcción no son inflamables. El polvorín es de un nivel y tiene un área de 1,107 m². En los planos 45/69, 46/69 y 47/69 del Anexo 4, se muestra la planta acotada, sección transversal y elevación frontal del polvorín y la planta de distribución y de techos, las elevaciones y secciones del edificio de alojamiento de los guardias del polvorín.

Edificio de Ingeniería y Medio Ambiente

El edificio de Ingeniería y Medio Ambiente tendrá cuatro áreas, que incluyen Geología, Ingeniería (Planificación de Minería), Medio Ambiente, Producción (Operaciones Mineras) y Servicios Técnicos, para un total de 66 empleados. El área de geología incluye oficinas privadas, oficinas de uso común, un área abierta para una mesa de geología, un comedor con un área para fotocopias y almacenamiento. El área de Ingeniería (Planificación de Minería) incluye oficinas privadas, oficinas de uso común, almacenamiento de dibujos, área para almacenamiento de equipo de topografía y un comedor con un área de fotocopias/almacenamiento. El área de Medio Ambiente incluye oficinas privadas, oficinas de uso común, sala de conferencias, un comedor con un área de fotocopias/almacenamiento. El área de Producción (Operaciones de Minería) incluye oficinas privadas, oficinas de uso común, una sala de conferencias, un comedor con área de fotocopias/almacenamiento, y un espacio para trazado de formatos grandes. El área de Servicios Técnicos incluye oficinas privadas, oficinas de uso común y una sala de conferencias. Las áreas comunes en este edificio incluirán un cuarto de descanso compartido, baños, closet de conserje, sala de IT, cuarto mecánico y espacios de escaleras. El edificio tendrá 3 niveles de acuerdo a las condiciones de pendiente del sitio y tendrá aproximadamente 697 m². En los planos 59/69 y 60/69 del Anexo 4, se muestra la planta de distribución y de techos, las elevaciones y secciones del edificio de ingeniería y medio ambiente.

Piletas para Almacenamiento de Aguas

Se construirán cuatro piletas para almacenamiento de aguas en el Proyecto: Pileta del área de almacenamiento de escombros y colas, pileta de agua de proceso, pileta de agua impactada y pileta de cumplimiento ambiental. Las piletas fueron diseñadas para almacenar un volumen de escorrentía equivalente a una tormenta de 24 horas por un período de 100 años. Serán construidas de acuerdo con estándares norteamericanos. Las piletas serán construidas en un terreno nivelado, preparado y compactado, con taludes de tierra que no tengan inclinaciones mayores de 3H: 1V, con crestas de 3 metros de ancho. Las piletas se construirán de forma que quede un espacio libre de un metro en su máxima capacidad y colocando en el fondo y el talud un revestimiento de geomembrana. Cada pileta contará con una cerca perimetral de malla ciclónica de 2.4 metros de altura, como medida de protección.

- Pileta del área de almacenamiento de escombros y colas (AAEC): Se ubicará al oeste del área de almacenamiento de roca estéril y del depósito de colas secas. En esta pileta se colectará el agua proveniente del drenaje del depósito de colas.

Para el área del depósito de colas (215,826 m²) se estima que el volumen de escorrentía máximo será de 17,400 m³. La pileta será revestida con una capa de polietileno de alta densidad HDPE 60 mil anclada a la cresta de la pileta. La pileta tendrá una inclinación para que el agua fluya hacia un sumidero donde por medio de bombas sumergibles el agua sea transferida a la pileta de agua de proceso o a la pileta de control ambiental previo tratamiento. Esta pileta continuará en funcionamiento durante la fase de cierre del Proyecto, hasta que el flujo de agua disminuya de manera natural. Cuando se haga el cierre de esta pileta, el agua que contenga será enviada a la planta de tratamiento de agua del proceso previo a ser descargada. Considerando posibles excedentes de agua esta pileta se construirá para contener un volumen máximo de 65,000.00 metros cúbicos en un área de 26,473 mts². En el plano 57/69 del Anexo 4, se muestra la planta, sección y detalle de la pileta del área de almacenamiento de escombros y colas.

- Pileta de Agua de Proceso (PC): Se construirá al oeste de las principales instalaciones de proceso e inmediatamente al este de la pileta de agua impactada. Esta pileta recibirá el agua proveniente del rebalse de los espesadores de concentrado una vez hayan sido sometidos al sistema de remoción de metales y descarga de la pileta de AAEC. Desde esta pileta se recirculará el agua al proceso de flotación. El agua de esta pileta cuando sea necesario podrá descargar a la planta de tratamiento de metales y cianuro, para luego almacenarse en la pileta de cumplimiento ambiental (PCA).

La pileta PC se construirá con una doble capa de geomembrana de contención y un sistema de recuperación y recolección de fugas. El revestimiento inferior estará compuesto de una geomembrana simple de 60 mil HDPE dispuesto sobre un mínimo de seis pulgadas de arcilla compactada. El revestimiento superior estará formado por una geomembrana simple de 60 mil HDPE. Las dos capas de geomembrana estarán separadas hidráulicamente mediante una geomalla no compresible. Se utilizarán geomembranas certificadas para la resistencia a los rayos UV. Las geomembranas se asegurarán a una trinchera de anclaje. El sistema de recolección y eliminación de fugas será diseñado para ofrecer una presión hidráulica mínima sobre el revestimiento inferior (por la geomalla divisoria) y contará con un sumidero de recolección y eliminación de líquidos entre ambos revestimientos (inferior y exterior). El sumidero estará diseñado para facilitar la extracción de líquidos y el monitoreo de fugas. Para el drenado efectivo se requiere de una inclinación del piso de la pileta de un mínimo del 3%. El sumidero de recolección y eliminación estará equipado con una bomba automática que

permitirá extraer cualquier líquido entre capas de geomembrana y mantener una presión hidráulica mínima en el revestimiento inferior. Se realizará una inspección de esta instalación trimestralmente y después de lluvias importantes o eventos de agua superficial.

Durante el cierre, las soluciones que estén presentes serán tratadas en la planta de tratamiento de agua de proceso para que cumplan con los estándares de calidad de agua superficial previa a ser descargadas o bien por medio de evaporación. Cualquier residuo después de la descarga se analizará previo a desecharlo en un sitio aprobado. En caso de detección de alguna fuga que refleje pérdida de la integridad de la geomembrana superior, se vaciará la pileta y se procederá a buscar y sellar la fuga. Esta pileta tendrá la capacidad de almacenar 6,500 mts³ en un área de 2,185 mts². En los planos 16/69 y 17/69 del Anexo 4, se muestra la planta, corte y detalle de la pileta de agua de proceso.

- Pileta de Agua Impactada (PAI): Esta pileta se ubicará al este de la pileta de aguas de proceso, tendrá un área 4,932 mts² y una capacidad de almacenamiento de 18,000 metros³. Recibirá el agua de drenaje proveniente de las pilas de mineral, molienda y del área de proceso. Esta pileta descargará en el sistema de tratamiento de remoción de metales previo a almacenarse en la pileta de agua de proceso. La PAI se revestirá con una capa de 60 mil de HDPE anclado en la cresta de la pileta. Se circulará con una malla ciclónica de 2.4 m de altura como medida de protección. En los planos 61/69 y 6 1/69 del Anexo 4, se muestra la planta, corte y detalle de la pileta de agua impactada.
- Pileta de Cumplimiento Ambiental (PCA): Esta pileta se ubicará al oeste de las instalaciones de la mina. Las aguas que se descarguen en esta pileta habrán sido tratadas para remover metales y cianuro siendo evaluadas de manera que cumplan con la legislación vigente. Previo a ser descargadas en el río El Dorado las aguas tratadas pasaran a esta pileta, donde se analizarán para asegurar que cumple con los requerimientos de calidad estipulados en el Reglamento de Descargas 236-2006 y normas del BM y la EPA.

La PCA se revestirá con una capa de 60 mil de HDPE anclado en la cresta de la pileta. Se circulará con una malla ciclónica de 2.4 m de altura como medida de protección. Esta pileta tendrá un área de 273 mts² y una capacidad de almacenamiento de 814 metros³. En el plano 15/69 del Anexo 4, se muestra la planta, corte y detalle de la pileta de cumplimiento ambiental.

Relleno Sanitario

Se continuará usando el mismo relleno sanitario que fue aprobado para la fase de exploración, en el EIA de túneles de exploración minera OASIS.

Área de Incinerador

Se propone la instalación de un incinerador de doble cámara para la destrucción de algunos empaques y embalajes que por su naturaleza puedan ser codiciados como materiales para reutilización (paneles de madera, bolsas de plástico, materiales de cartón) que hayan estado en contacto con materiales clasificados como tóxicos o peligrosos. El área del incinerador tendrá 680 m², la cual incluirá un incinerador de doble cámara con una capacidad de 100 kg/hr y una galera para almacenar y clasificar los desechos. Para la combustión del incinerador se usará diesel y aire inyectado.

Los residuos aptos para la incineración serán recolectados y trasladados hacia un área de almacenamiento dentro del área destinada para la ubicación del incinerador el cual estará conformado por una cámara de combustión primaria que trabaja a 200 grados centígrados, esta cámara es de alimentación manual. Seguidamente de esta se encuentra una cámara de combustión secundaria, o post combustión la cual es accionada por combustible diesel y debe de operar a una temperatura alrededor de los 850 grados centígrados y un flujo de aire controlado, el cual es aportado por una turbina propulsada con energía eléctrica. El sistema contará con dispositivos electrónicos que indican la temperatura en las dos cámaras así como el flujo de aire. El horno incinerador contará con dispositivos especiales para la precipitación de partículas, las cuales se precipitan en dos colectores de cenizas.

Las cenizas serán depositadas conjuntamente con las colas secas una vez se haya comprobado que no provocarán una variabilidad negativa al ambiente. Las unidades que componen el sistema incinerador de desechos sólidos, serán:

Panel de control: Consola donde se encuentran todos los botones y switches de mando del incinerador, es como el cerebro del mismo. En él se encuentra el switch de encendido manual o automático del quemador de la segunda cámara; el botón de alarma del nivel del agua; así como el switch de activación del timer para apagado automático del incinerador. En la parte interior se encuentran los relojes que controlan: uno el tiempo de apagado automático, y otro de encendido del ventilador; además tiene un “Main Switch” que controla el paso general de corriente.

Cámara Primaria: Cámara donde son depositados los desechos para ser incinerados. Consta de una compuerta principal en la parte frontal para introducir los desechos y una compuerta trasera para extraer los restos de los desechos ya incinerados. Dentro de la primera cámara existen varios inyectores de aire con forma de orificios cuya función es inyectar aire a la parte baja de esta cámara para lograr una buena combustión además de expulsar el aire de modo de formar remolinos de fuego que permitan quemar la mayor cantidad de cenizas y partículas desprendidas de los desechos.

Cámara Secundaria: Se encuentra ubicada en la parte superior de la cámara primaria y su función principal es capturar las cenizas y partículas no incineradas en la cámara primaria para terminar de pulverizarlas, así como los gases emanados de la incineración. Está recubierta de ladrillo refractario que permite mantener las altas temperaturas. Adicionalmente tiene un quemador ubicado en la parte lateral que permite precalentar el incinerador al inicio de su uso por las mañanas, este se acciona por diesel y se controla desde el Panel de Control indicado anteriormente.

Ciclones y ventilador: Se nombran así a dos depósitos cónicos cuya función es capturar toda la ceniza que salga de la segunda cámara y retenerla a base de fuerza centrífuga provocada por circulación del aire. En la partes superior ambos ciclones se unen para recibir todo lo que salga de la cámara secundaria, la chimenea consta de varios sifones que permiten retener la ceniza el tiempo suficiente para ser capturada por la fuerza centrífuga. En la parte de abajo cada ciclón tiene una compuerta para remover toda la ceniza capturada. En la parte posterior de los ciclones, se encuentra la turbina que acciona el ventilador, su función es abastecer de aire todo el sistema.

5.6.2.2 Equipo y Maquinaria Utilizada

Para la construcción se hará uso de diferentes equipos y maquinaria que incluirá maquinaria pesada. En el 5.7 se presenta un listado general del equipo requerido.

Cuadro 5.7 Equipo requerido para la construcción

Equipo	Tipo de motor	Cantidad
Planta modular para concreto	diesel/eléctrico	1
Camión con bomba para concreto	diesel	1
Camión con mezcladora de concreto	diesel	3
Grúa 175 toneladas	diesel	1
Grúa 80 toneladas	diesel	1
Grúa 15 toneladas	diesel	3
Camión plataforma con grúa hidráulica	diesel	4
Excavadora hidráulica orugas 150 hp	diesel	1
Cargadora frontal 2.5 m ³	diesel	1
Camión de volteo 6 m ³	diesel	3
Montacargas IT	diesel	2
Montacargas 15 toneladas	diesel	1
Tractor de orugas tipo D6	diesel	2
Compactadora 100 hp	diesel	2
Motoniveladora	diesel	1
Retro excavadora tipo Cat 414E	diesel	2
Maquina soldadura portátil	diesel	6
Compresora portátil	diesel	2
Camioneta	diesel	30

5.6.2.3 Movilización de Transporte y Frecuencia de Movilización

Durante la fase de construcción el transporte aumentará por la movilización de partes, repuestos, personal y materiales de construcción hacia el sitio del Proyecto. Los materiales disponibles localmente serán llevados al sitio por medio de camiones. La movilización de equipo se realizará cumpliendo el reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores y sus combinaciones (acuerdo gubernativo 1084-92 Reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores y sus combinaciones).

La mayoría del equipo de la planta de proceso será adquirido fuera de Guatemala por ser equipo muy especializado que no se fabrica o comercializa en Guatemala. El puerto principal para la importación de estos equipos será el Puerto de Santo Tomas de Castilla, pero también se utilizará Puerto Quetzal, aunque en menor medida.

De todos los equipos que se utilizarán en el Proyecto, el molino de bolas será el más difícil de transportar al sitio. El molino llegará desde Europa posiblemente a Puerto Barrios de la siguiente forma: dos cabezas y el tambor en tres partes. Dando un total de 5 partes, las cuales cumplen con los límites de peso y altura pero tienen un ancho de 5.4 m. Se requerirá de un transporte especializado y se pedirán los permisos necesarios al Ministerio de Comunicaciones para su movilización, cumpliendo con las normas de transporte.

Se estima la cantidad de transporte que se movilizará será:

- Desde el puerto hacia el Proyecto: 600 contenedores de 40' y 50' cargas sobredimensionadas.
- Desde cualquier parte de territorio nacional al Proyecto: 1,200 camiones.
- Tránsito local (San Rafael Las Flores, Mataquescuintla, Casillas, etc.): 700 camiones.

La actividad de transporte disminuirá conforme avance la construcción, debido a que ya no habrá muchos camiones llegando al Proyecto con materiales e insumos.

5.6.3 Fase de Operación

5.6.3.1 Infraestructura a Desarrollar

Toda la infraestructura requerida para el Proyecto será desarrollada durante la fase de construcción, por lo que durante la operación regular no se tiene programada la construcción de más infraestructura. Si esto llegara a ser necesario, se obtendrán los permisos y licencias respectivas. A continuación se detallan las operaciones que se realizarán durante esta etapa:

Mina Subterránea

Diseño

El diseño de la mina sigue los principios de que ésta se construirá y será operada de una manera consistente con los más altos estándares de seguridad, protección del medio ambiente y optimización económica. Siguiendo estos principios, los recursos pueden ser explotados para el mayor beneficio de la comunidad, el país, los empleados y los accionistas.

Ley de Corte de Mineral

La Ley de Corte del Mineral es el contenido de mineral más bajo que puede ser económicamente explotado. Los minerales con contenidos de un elemento químico por debajo de la ley de corte se consideran no rentables. Básicamente, la ley de corte define cuales materiales deben ser procesados y cuales son excluidos del flujo de producción por no ser rentable su proceso. El cálculo usado para determinar la ley de corte asume que la producción de la mina alimentará la planta de proceso a su capacidad de diseño durante toda la vida útil de la mina. Los costos incluidos en el cálculo de la ley de corte de mineral incluyen costos fijos y variables directamente relacionados con la producción, incluyendo desarrollo de accesos a galerías, proceso de mineral, gastos de refinería, transporte de concentrados, costos administrativos generales, impuestos, regalías, etc. La ley de corte para la mina subterránea en El Escobal es de 152 gramos de plata por tonelada de mineral procesado.

Criterio para el Diseño

El Cuadro 5.8 muestra un resumen del recurso mineral del Escobal que fue utilizado para desarrollar el plan de producción durante la vida de la mina. Los bloques de recursos minerales indicados e inferidos fueron utilizados para estudiar diferentes diseños de minado cuyos objetivos fueron la seguridad y que la extracción completa del recurso se realice de manera eficaz. Con base en la geometría de la veta, sus propiedades geotécnicas y las consideraciones de productividad, se eligió como método óptimo de minado, el sistema de galerías o cámaras con barrenos largos.

El criterio del diseño para la apertura de las excavaciones de producción y de desarrollo se estableció basado en tasas de producción, calidad de roca, métodos de soporte, relleno de cámara de producción, ventilación y bombeo de agua entre otros. La información disponible que ha proveído las bases para el diseño se recopiló durante los programas de exploración desde el 2007 a la fecha.

Cuadro 5.8 Recurso Mineral del Proyecto (en millones de toneladas)

Clasificación del Recurso	Ton (M)	Plata (g/t)	Oro (g/t)	Plomo (%)	Zinc (%)	Plata (Moz)	Oro (000oz)	Plomo (000t)	Zinc (000t)
Indicado	15.3	500	0.51	0.80	1.34	245.2	250	122	204
Inferido	8.3	271	0.40	0.58	1.04	71.7	116	48	86

Fuente: Escobal Guatemala Project. NI 43-101 Preliminary Economic Assessment. November 2010.

Las galerías de producción y los frentes de excavación se proyectaron en secciones largas. Las excavaciones primarias y las dimensiones de los frentes de acceso hacia

las galerías de producción se determinaron con forme al tamaño del equipo de producción seleccionado, los requisitos de ventilación durante la excavación y las condiciones del terreno.

Las dimensiones de apertura y longitud de las cámaras o galerías de producción previa a ser rellenadas se determinaron tomando en cuenta las características geomecánicas específicas de cada cámara.

El modelo de bloques de mineralización permitió establecer las dimensiones y los límites de las galerías de explotación. En el modelaje se incluyen algunos sectores de roca con valores inferiores a la ley de corte, los cuales representan el porcentaje de dilución esperado durante las operaciones. Esta técnica permite incluir el efecto de la dilución dentro del plan de minado. La estimación de reservas aprovechables se basa en una combinación de diseño de ingeniería de galerías y las prácticas comunes de minería, en lugar del método tradicional de asignar porcentajes de dilución en forma arbitraria y agregarlas al estimado de reservas.

Para cada galería individual, se calcularon los volúmenes y la ley de corte del mineral, incluyendo dilución, ejercicio que se realizó a lo largo de todo el yacimiento. Todos estos cálculos fueron usados para completar el programa de producción. El programa de producción para la extracción de mineral se detalló de manera mensual para los primeros dos años de producción, y de forma anual para el resto de la vida útil de la mina.

La secuencia de producción de las galerías individuales fue diseñada para alimentar la planta de proceso con minerales cuya ley promedio permita una operación estable, lo que redundará en una eficiente recuperación de metales y en un buen control operacional en la planta. La secuencia de minado requiere de un mínimo de seis frentes de acceso a mineral y tres frentes de tiro largo activos todo el tiempo. Además se requiere de duplicidad en los accesos y que los frentes de tiro largo estén disponibles para cumplir las metas de producción. Este número de frentes activos permitirá un ritmo de avance en el desarrollo de la mina que asegure la disponibilidad de mineral para producir las 1.28 millones de toneladas anuales planificadas.

Una vez obtenido el diseño y el plan detallado de mina, se revisó nuevamente el cálculo de costos utilizado para establecer la ley de corte de mineral asegurándose de esa forma el aprovechamiento eficiente y responsable del recurso. Luego de los cálculos anteriores y tomando en cuenta la inevitable dilución del recurso por mineral

de baja ley, el plan revisado de minado contempla la extracción de 22.65 millones de toneladas de mineral, con una ley promedio de plata de 415 gramos por tonelada, 0.47 gramos de oro, 0.72% de plomo y 1.23% de zinc, valores ligeramente menores a los indicados en el Cuadro 5.8.

Descripción General de la Mina Subterránea

El yacimiento mineral de Escobal tendrá acceso a través de dos portales o entradas principales. Durante la exploración se desarrollaron dos rampas (túnel inclinado) hacia la zona central del depósito y una tercera rampa hacia la zona este. De estas rampas se desarrollarán accesos secundarios en espiral y túneles secundarios para llegar a las áreas de minado. La inclinación máxima de estos túneles secundarios será de 15%. Además, se construirán chimeneas de ventilación y de servicio.

Las rampas de acceso principal están localizadas entre 75 y 150 m de la mineralización tipo veta, respectivamente. También hay accesos que llevan a los lugares de ingreso a las chimeneas de ventilación, a través de las cuales ingresará y egresará el aire de ventilación de la mina. El diseño contempla la construcción de una serie de chimeneas de ventilación (2) que permita la conexión entre las varias rampas y accesos.

El mineral será extraído a partir de frentes de explotación mediante una metodología denominada “stopping” de tiro largo. El sistema stopping es utilizado cuando la veta mineral es vertical o subvertical y la roca caja o lateral a la veta tiene suficiente estabilidad como para mantener la integridad del túnel durante el proceso de minado. Lo anterior no excluye el uso de fortificaciones en el túnel en tramos de roca que presenten algún tipo de debilidad geotécnica. Por otra parte, el stopping de tiro largo se utiliza cuando la veta a extraer es muy consistente en cuanto a espesor y ley, lo que permite extraer grandes bloques de la misma sin temor a diluir excesivamente con roca estéril.

Para este método se requiere la excavación a lo largo de un tramo de la veta, de una cámara inferior y cámara superior con dimensiones de 5 x 5 metros, en medio de las cuales se establecería la galería de explotación. Una vez establecidas las cámaras inferior y superior, se procede a la extracción del mineral contenido entre las dos cámaras. En la cámara superior se hacen perforaciones verticales que atraviesen hasta la cámara inferior. Posteriormente se hace una voladura y el mineral se extrae por la cámara inferior. El espacio vacío que queda entre las dos cámaras o subniveles, es lo que se denomina galería de explotación.

Como se describió anteriormente, habrá una planta mezcladora de cemento y colas en la superficie. Una vez extraído el tramo de mineral, se enviará la mezcla de relleno por medio de tuberías de acero y de polietileno de alta densidad, hasta la galería ya explotada, donde se procederá al relleno del espacio dejado por el mineral extraído. El relleno de las galerías explotadas es indispensable para mantener la estabilidad de la mina subterránea y al mismo tiempo provee el sitio ideal para el almacenamiento de las colas de proceso.

El acceso a la cámara inferior será desde un túnel paralelo, interconectado con túneles perpendiculares al mineral. Desde la cámara inferior, el mineral será transportado hacia la planta de proceso, utilizando camiones y cargadores especiales para minería subterránea. La roca estéril proveniente de los túneles de acceso al mineral será depositada, cuando sea posible, en galerías ya excavadas o llevada a la superficie, donde se almacenará ya sea en las escombreras o en el depósito superficial de colas secas.

En la Figura 5.8 se presenta el diseño de las rampas y bloques y en la Figura 5.9 se muestra el desarrollo de las rampas principales de la mina subterránea.

Producción de Mineral

Método de Tiro Largo

La producción de mineral del Escobal se efectuará mediante el método de “stopping” de tiro largo o barrenos largos. Este método consiste en abrir dos túneles horizontales en dos subniveles diferentes a lo largo de la veta y luego barrenar y romper con explosivos el mineral en forma vertical desde el nivel superior hacia el nivel inferior, desde donde el mineral es excavado mediante maquinaria de producción. Los túneles superior e inferior se excavarán en los límites de los bloques previamente establecidos (stope blocks o bloques en la Figura 5.8) que permitirán ir desarrollando las galerías de extracción.

Figura 5.8 Diseño de Rampas y Bloques

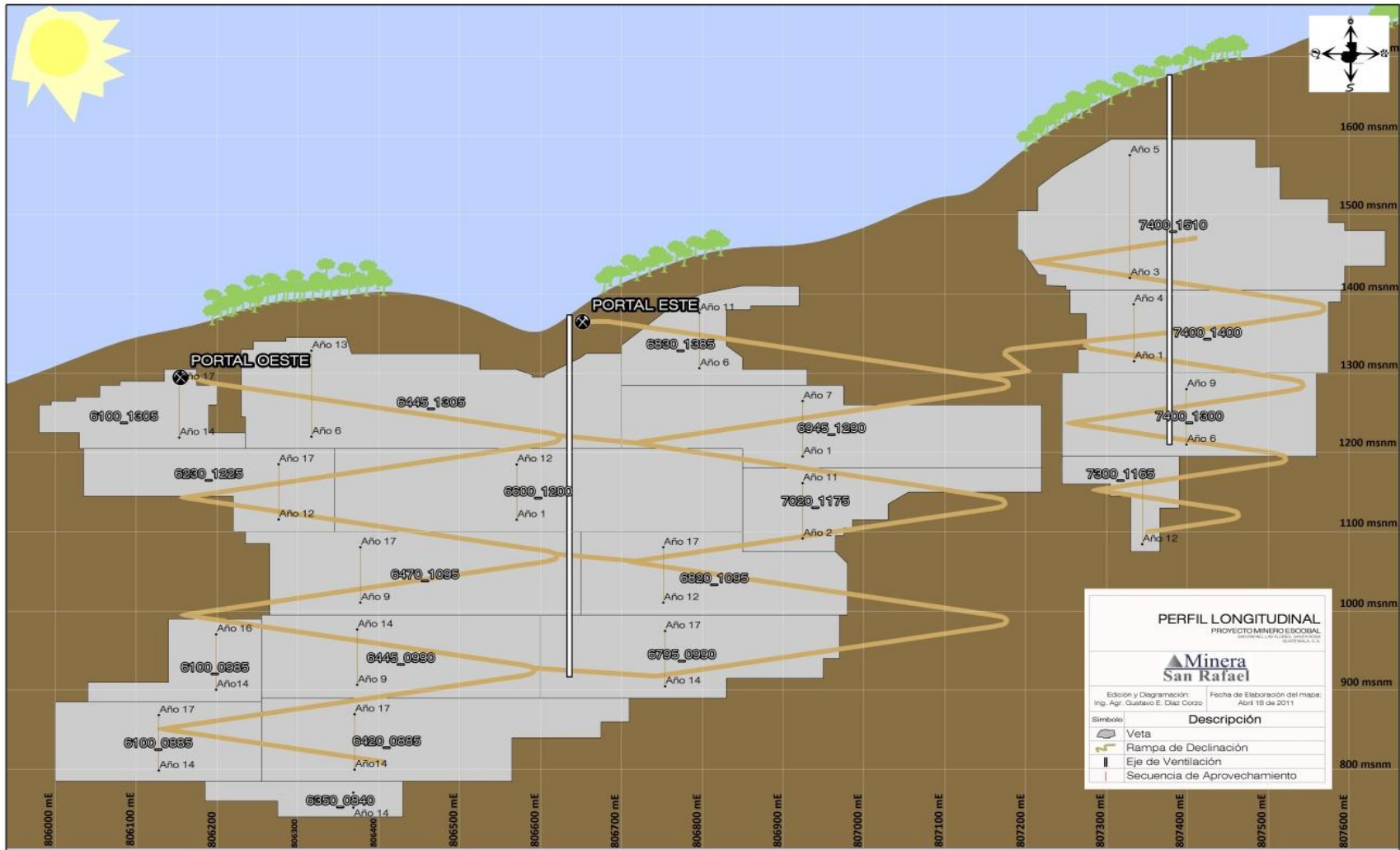
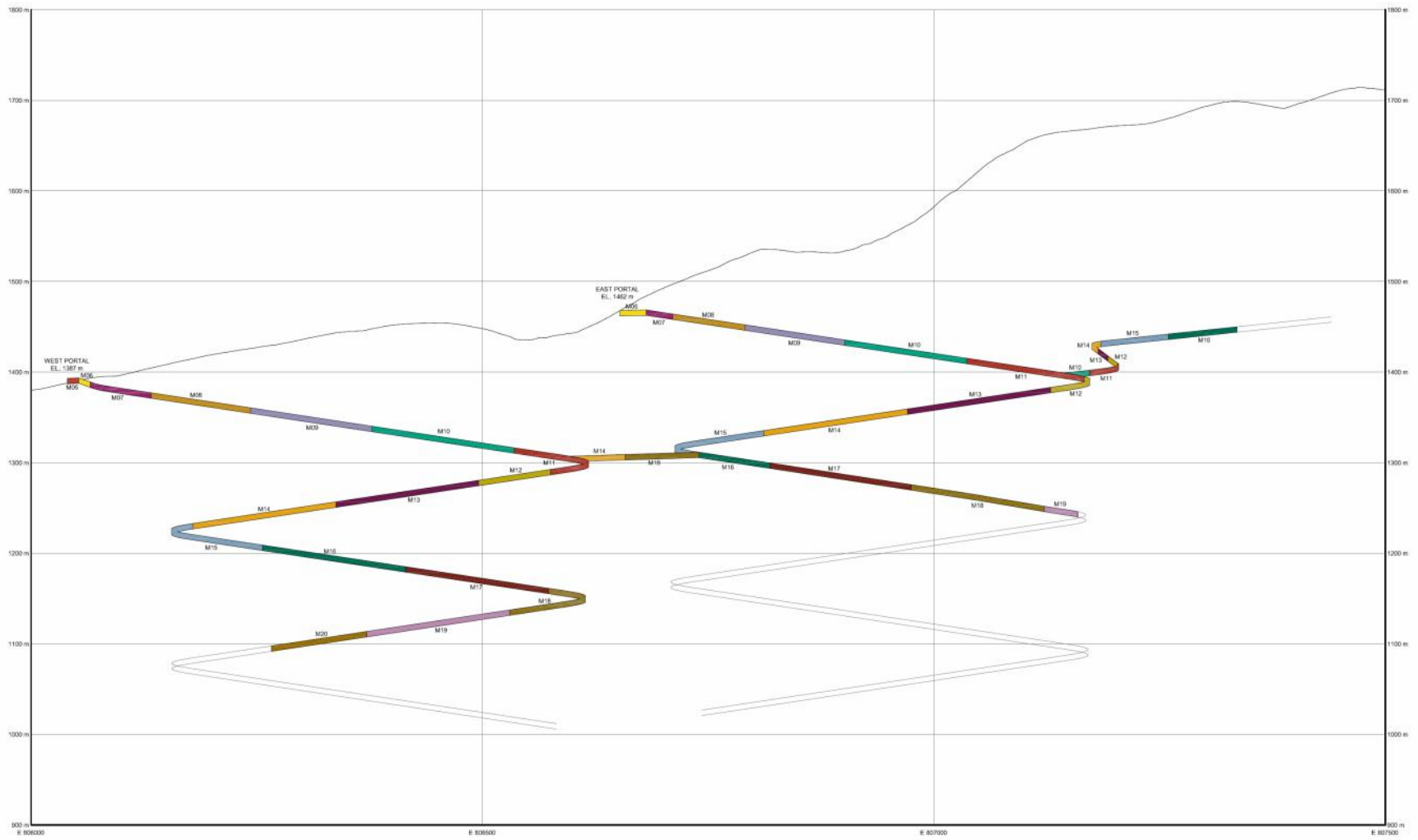


Figura 5.9 Desarrollo de Rampas Principales



A medida que el mineral se extrae a lo largo de la veta en las galerías de producción, la estabilidad en las paredes y techo de la galería disminuirá. Esta pérdida de estabilidad se relaciona con muchos factores, siendo los principales la calidad de la roca y la inclinación de la veta. Cuando el área de apertura en la galería de producción se acerque al punto de inestabilidad, la extracción se detiene y se procede a llenar con pasta de relleno el vacío dejado por la extracción de mineral. Una vez transcurrido el tiempo de secado o fraguado de la pasta de relleno, se puede continuar con el proceso de minado. Este punto de inestabilidad ha sido calculado para cada galería individual utilizando la amplia base de datos geotécnicos reunida durante la exploración.

La productividad de cada galería fue calculada en base a una simulación del ciclo de minado y relleno de cada una en forma individual. Se realizó una simulación del tiempo requerido para desarrollar los túneles horizontales superior e inferior en la galería de explotación, seguido por la producción por el método de tiro largo a la máxima distancia planificada, la preparación para la colocación del relleno, la colocación del relleno y el tiempo de fraguado. Esta simulación reproduce un valor de productividad máxima, la cual fue reducida en un 15% tomando en cuenta posibles ineficiencias. Este cálculo fue utilizado para las estimaciones de producción.

Donde la veta es relativamente angosta (<5 m) los subniveles superior e inferior estarán separados 25 metros verticalmente. La longitud horizontal de las galerías puede ser desde 150 y hasta 500 metros de largo, siguiendo la veta de mineralización. Las galerías están diseñadas con una altura de 100 metros, con rampas de acceso para los subniveles inferiores y superiores en las cámaras de producción cada 25 metros verticales.

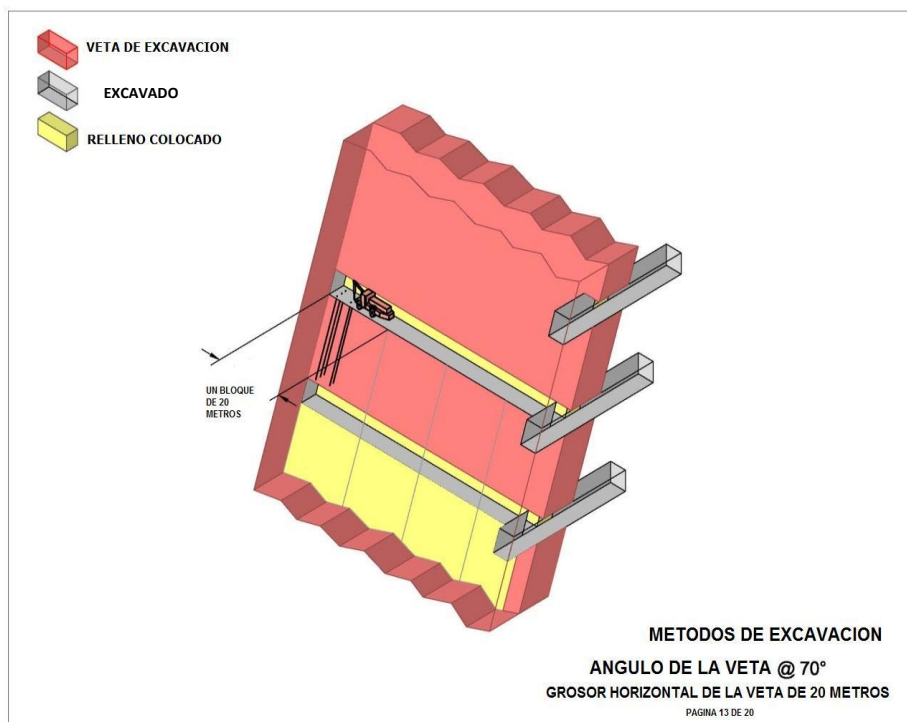
Se construirán aperturas verticales en los extremos entre los subniveles superior e inferior para proveer un espacio vacío para la voladura de la producción. Estas aperturas se denominan aperturas de quiebre. Una vez que las aperturas de quiebre se hayan completado, se perforarán hoyos para voladura entre los túneles superior e inferior los cuales serán cargados con explosivos, ya sea ANFO o emulsión y se procederá a realizar la voladura. El ANFO se utilizará si los pozos de voladura se encuentran secos, mientras que la emulsión se usaría si estos presentan agua.

El mineral quebrado y desplazado por la explosión, se excavará desde el nivel inferior, utilizando cargadores frontales para minería subterránea, operados a control remoto. Estos cargadores acarrearán el mineral a una estación desde donde será

trasladado a la planta de proceso en camiones diseñados para minería subterránea. Este proceso se repite hasta que se alcanza el límite máximo de apertura en la galería de producción. Entonces el proceso de minado se detiene para rellenar la sección con pasta de relleno. Cuando la apertura es rellenada completamente y el tiempo de fraguado ha transcurrido, se hace de nuevo el corte vertical que permitirá continuar la perforación y voladuras, repitiendo el ciclo de minado hasta que la galería es minada y rellenada totalmente.

La zona central de la veta principal tiene un promedio de aproximadamente 20 metros de ancho, con áreas de hasta 50 metros de ancho. Las secciones más anchas de la veta tendrán que ser extraídas en varios ciclos de minado. La Figura 5.10 muestra la metodología mediante la cual se conseguirá esto.

Figura 5.10 Secuencia de extracción con tiro largo



Secuencia de Producción Minera

Se extraerá en total entre mineral y roca estéril 24.117,000 toneladas, las cuales corresponden a 22.651,000 toneladas de mineral y 1.466,000 toneladas de roca estéril. Del mineral se obtendrán 739,000 toneladas de concentrados de plomo y zinc (3.26%) y 21.912,000 toneladas de colas (96.74%).

Del total de colas producidas, el 34% se depositará en el depósito de colas secas (7.450,080 toneladas) y el 66% se usará en el relleno de pasta (14.461,920 toneladas). La roca estéril extraída, el 95% se depositará en el depósito de colas secas (1.392,700 toneladas) y el 5% se usará como relleno en la mina subterránea (73,000 toneladas). Basado en esto se estima que el depósito de colas secas almacenará entre colas y roca estéril un total de 8.842,780 toneladas, que equivalen a 4.690,542 m³. En el cuadro 5.9 se presenta el balance de material total extraído de la mina subterránea y en el cuadro 5.10 un resumen del total de mineral extraído, concentrados, colas y roca estéril.

Cuadro 5.9 Balance de material extraído de la mina subterránea

	Toneladas	Densidad	m³
Total Mineral	22,651,000	2.82	8,032,270
Estéril usado como relleno	73,300	1.81	40,497
Estéril a Depósito de Colas	1,392,700	1.81	769,448
Total Estéril	1,466,000	1.81	809,945
Total Mineral y Estéril	24,117,000	2.73	8,842,214
Colas para relleno en pasta	14,461,920	1.9	7,611,536.84
Colas a Depósito de Colas	7,450,080	1.9	3,921,095
Total Colas	21,912,000	1.9	11,532,632
Concentrado Zinc	303,000	2.28	132,895
Concentrado Plomo	436,000	3.6	121,111
Total Concentrados	739,000	2.91	254,006
Total Colas y Estéril en Depósito de Colas	8,842,780	1.88	4,690,542

Cuadro 5.10 Resumen de la producción total de mineral, concentrados y estéril

Resumen	Toneladas
Estéril usado como relleno en la Mina Subterránea	1,392,700
Estéril en Depósito de Colas	73,300
Colas para relleno de pasta	14,461,920
Colas en Depósito de Colas	7,450,080
Concentrado de Plomo	436,000
Concentrado de Zinc	303,000
Total	24,117,000
Total Mineral y Estéril Extraído	24,117,000

Relleno de Pasta

En las labores subterráneas del Proyecto, se utilizarán dos tipos de rellenos. El primer tipo será la roca estéril o no mineralizada, y en particular aquella que en muy raro caso tenga potencial de generar drenaje ácido, se utilizará para rellenar las áreas donde no habrá futuras excavaciones. En este último caso, el estéril se mezclará con relleno en pasta o cemento para impedir el contacto con el oxígeno y el agua.

El segundo tipo de relleno (relleno principal) será una pasta formada por la mezcla de colas secas, cemento y agua, que se producirá en una planta mezcladora diseñada específicamente para este propósito. El relleno en pasta se diseñará para obtener una fuerza de 1.0 Mpa, el cual será adecuado para proveer el soporte requerido para la operación de minado por tiro largo tanto lateralmente como en las partes inferior y superior de la galería de producción. Se considera que la mezcla de colas secas con un 5% de cemento y una proporción de 4:1 de cemento y agua, proporcionará la resistencia requerida. Sin embargo, actualmente se están llevando a cabo pruebas de resistencia adicionales, que deberán continuarse durante la vida del proyecto para mantener las condiciones óptimas de relleno en la mina.

El relleno en pasta será bombeado hacia el interior de la mina utilizando un sistema de tubería, a través de las rampas y chimeneas de ventilación, hasta llegar a las cámaras y galerías a rellenar. Es posible que sea necesaria la instalación de una planta mezcladora secundaria dentro de la mina, para facilitar el bombeo de pasta hacia la zona este. El sistema de relleno por pasta planificado para el Proyecto es un sistema muy común en operaciones mineras, el cual es ampliamente utilizado alrededor del mundo.

Desarrollo de la Mina Subterránea

El programa para el desarrollo de la mina subterránea contempla todas las actividades relacionadas con la construcción, preparación de rampas y accesos a las zonas de producción, construcción de chimeneas de ventilación, y en general toda excavación fuera de las zonas de producción mineral.

Los portales Este y Oeste se establecieron durante la fase de exploración subterránea del proyecto. Se ha establecido un área nivelada afuera de cada portal para acomodar la infraestructura necesaria incluyendo los ventiladores, el equipo eléctrico y un compresor de aire.

Cada portal se excavó removiendo la capa de suelo superficial para exponer el lecho de la roca, estableciendo la apertura inicial de la galería, instalando marcos de acero para fortificar la roca alrededor de la apertura y reconformando el área. Se construyó un canal de desvío de escorrentía y drenaje alrededor de cada portal, para dirigir las aguas de lluvia lejos del mismo, tanto por razones de seguridad como ambientales.

Las rampas primarias de desarrollo se han diseñado de 5 metros de ancho por 6 metros de alto y por lo general mantendrán una inclinación máxima del 15%. Las rampas principales fueron diseñadas para permitir el acceso a la maquinaria de producción y para acomodar los ductos de ventilación en la parte superior. Estos ductos de ventilación tienen capacidad para el desarrollo de hasta 2,000 metros de rampa. Los túneles de acceso a las galerías de producción se han diseñado de 5 metros de ancho por 5 metros de alto, ya que estos avances no requieren de los grandes tubos de ventilación presentes en las rampas principales.

Las chimeneas de ventilación y pases de mineral (ductos subverticales) estarán estratégicamente localizados a través de la mina y se han incluido en el programa de pre-producción. El cuadro 5.11 muestra la excavación que se requiere para preparar la mina para la producción durante la construcción de los túneles de exploración, período en el que se extraerá alrededor de 200,000 m³ de material estéril los cuales serán colocados en las rampas de acceso a los portales, mientras que durante el desarrollo requerido para mantener la producción a través de la vida útil de la mina se extraerá alrededor de 400,000 m³ de material estéril.

Depósitos de Roca Estéril

Parte de la roca estéril proveniente de la excavación de la mina subterránea será colocada dentro de la misma mina, utilizándose como roca de relleno en galerías de producción. La roca estéril que no pueda ser utilizada como relleno en la mina, será transportada por camiones de acarreo a la superficie y será colocada en un área especialmente designada para almacenarla. Otra parte de esta roca será transportada al sitio de almacenamiento de colas secas, donde se mezclara con las mismas para mejorar su compactación. Por último, alguna parte de la roca estéril podrá ser utilizada en actividades de construcción o mantenimiento de caminos internos del Proyecto, siempre y cuando esta cumpla con las características físicas y geoquímicas requeridas para este fin.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO ESCOBAL

Cuadro 5.11 Desarrollo de la mina

Desarrollo de Pre-Producción de la Mina	Año	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total	
		Unidades																		
Rampa Central Oeste	Metros	784	954		281	281	281	281	281	281	281	281	281							4,267
Rampa Central Este	Metros	759	1,352		281	281	281	281	281	281	281	281	281							4,640
Conexión de Galería	Metros	80	1,114																	1,194
Rampa Este	Metros	185																		185
Perforación de Ventilación	Metros		180	280	250	100	100													910
Pases de Mineral	Metros		100	50	100	100	50	50	50	50	50	50	50	50	50					800
Secundarios	Metros	145		1,07																146
Desarrollo del Mineral	Metros																			
Capital Total de excavación de la Galería (suma de 1, 2, 3, 4 y 6)	Metros	1,953	3,420	1,070	562	562	562	562	562	562	562	562	562							11,501
Capital de excavación de Chimeneas	Metros		280	330	350	200	150	50	50	50	50	50	50	50	50					1,710
Excavación Secundaria Gastada	Metros									850	800	700	900	950	850	950	850	800		7,650

Nota: Los años -2 y -1, aplican para la construcción de los túneles de exploración que ya fueron aprobados en el EIA de túneles de exploración OASIS en la resolución 262-2011/ECM/cam del MARN.

Se obtuvieron 47 muestras de roca estéril para ser analizadas geoquímicamente para determinar el potencial de generación de drenaje ácido. Se realizaron pruebas de pH en pasta y conteo ácido-base (ABA por sus siglas en inglés) requeridas para determinar si el material excavado de los túneles podría eventualmente acidificar las aguas pluviales y contaminarlas con metales pesados peligrosos. La finalidad del conteo ácido-base es establecer una comparación entre la capacidad de la roca de generar aguas ácidas o potencial de generación de ácido (AGP por sus siglas en inglés) contra su capacidad de neutralizar la acidez o potencial de neutralización de ácido (ANP por sus siglas en inglés). Estos estudios parten del supuesto de que algunos minerales ricos en azufre podrían generar ácido sulfúrico al oxidarse, mientras que otros minerales, tales como los carbonatos, tienden a neutralizar la acidez.

Igualmente se realizaron pruebas para determinar la geodisponibilidad de metales y otros constituyentes de las rocas, que sean fácilmente solubles en las meteóricas (MWMP por sus siglas en inglés).

A través de estos estudios se llegó a las siguientes conclusiones:

- Las rocas excavadas de los túneles de la exploración tienen un alto potencial neutralizante neto (NNP por sus siglas en inglés) y es muy poco probable que generen ácido. Tan solo una muestra de cuarenta y siete, podría clasificarse como AGP y solo el 6% de las muestras pueden clasificarse en el área entre ANP y AGP, como inciertas.
- El material extraído de los túneles de exploración no filtrarán metales ni otros constituyentes dañinos al medio ambiente.
- Las pruebas geoquímicas han sido realizadas por laboratorios certificados independientes usando los más altos estándares internacionales para estas pruebas.

Minera San Rafael S. A., conducirá análisis geoquímicos del material, de pH en pasta conforme avanza el proyecto e implementará programas para proteger el medio ambiente en caso de que las condiciones geoquímicas cambien, aunque esto es muy poco probable. Con pocas excepciones, los resultados de las pruebas geoquímicas claramente predicen que los materiales que se excavarán no presentarán impactos adversos al medio ambiente.

Consideraciones Geotécnicas

Los datos geotécnicos reunidos por el equipo de exploración son suficientes para determinar el método de extracción, diseño y dimensiones de rampas y cámaras de producción, el diseño de fortificación de los túneles y las estimaciones de productividad. La información geotécnica reunida de las muestras de sondaje incluyen la recuperación de núcleo de perforación, dureza de la roca, designación de la calidad de la roca (RQD), número conjunto (Jn), dureza conjunta (Jr), alteración conjunta (Ja), factor de reducción del agua conjunta (Jw) y el factor de reducción de tensión (SRF).

De esta información, se puede calcular el índice de calidad de los túneles (factor Q) dato que permite anticipar la calidad de la roca durante la excavación subterránea. A partir del factor Q y mediante la fórmula $RMR = (9 \times \ln Q) + 44$, se determinaron los valores del factor de la masa de la roca (RMR) para la veta principal, para el techo de la estructura geológica y para el piso. (Aclaración: siendo la veta mineral un plano inclinado o buzante, el techo corresponde con la roca que está estructuralmente sobre la veta y el piso corresponde con la roca la que está bajo la veta). La información equivalente RMR se resume en el Cuadro 5.12.

Cuadro 5.12 Los Valores RMR del Escobal

Área	Locación	Promedio	Mediano	Mínimo	Máximo
Zona Este	Veta	56	62	17	87
	Techo	52	57	7	85
	Piso	50	47	12	89
Zona Central	Veta	61	64	0	80
	Techo	54	56	9	85
	Piso	54	57	17	90

El análisis de la información geotécnica fue conducido por el Dr. Rimas Pakalnis de Pakalnis y Asociados. Los análisis del Dr. Pakalnis apoyan la metodología usada en el diseño de la mina. El reporte del Dr. Pakalnis puede encontrarse en el Anexo 9.

La información del factor de la masa de la roca (RMR por sus siglas en inglés) se graficó tanto para el techo, el piso y la veta en toda el área mineralizada. La información fue graficada en secciones y se dibujaron contornos de espesor a lo largo de la galería. Dependiendo del ancho de la galería y la variabilidad del RMR, se seleccionó un promedio de RMR para cada galería. En general, el material de la veta demuestra un RMR más alto que la roca caja en cualquier galería. En las galerías angostas donde se adecuará un solo corte de minado a toda la veta, se seleccionó un

diseño RMR utilizando los datos del techo estructural. El buzamiento o inclinación de la veta y la fortaleza del techo de la veta son los factores más influyentes para determinar el radio hidráulico de la apertura. En las galerías más anchas se requieran cortes múltiples para extraer toda la veta, y programándose la extracción a partir del piso estructural hacia el techo. En estos casos, el diseño RMR fue típicamente seleccionado de la información de la veta. En ambos casos se tomaron en consideración las aéreas débiles.

Una vez que el diseño RMR se ha seleccionado para cada galería, el RMR se usó para calcular un máximo de radio hidráulico, lo que permitió definir una apertura máxima de 5 metros de ancho por 25 metros de alto a lo largo del rumbo de la veta. El valor de la apertura máxima define el tramo de mineral que podría ser extraído antes de proceder al relleno. El diseño asume que tanto el corte superior como el inferior serán completamente fortificados por pernos pero no se han planificado soportes en los muros intermedios.

La fortificación típica en rampas de desarrollo consistirá de pernos helicoidales de 2.40 metros de longitud, varilla de hierro corrugado con lechada de cemento o resina, y/o pernos tipo swellex. La mayoría de áreas de desarrollo podrán ser fortificadas con pernos helicoidales o varillas de hierro corrugado con resina, pero en áreas con roca de menor calidad será necesaria la instalación de pernos más largos, malla y concreto lanzado.

La fortificación en cámaras o galerías de explotación que no excedan los 5 metros de ancho de apertura consistirá de pernos helicoidales de 2.4 metros de largo. Se necesitarán pernos de mayor longitud si se consideran aperturas mayores a 5 metros. En ningún momento se abrirán cámaras de producción con más de 8 metros de ancho. En áreas donde la veta tiene un espesor mayor, el minado se llevara a cabo en cortes o secciones de 5 metros de ancho.

Ventilación de la Mina

El método de excavación seleccionado para la operación de la mina subterránea será altamente mecanizado. No se tiene conocimiento de la presencia natural de contaminantes tales como radón u monóxido de carbono y la mina no está en un ambiente de alto gradiente geotérmico como sería en áreas con condiciones geotermales. La ventilación requerida para manejar los gases y el calor producidos por la combustión del equipo diesel es, por lo tanto, un factor determinante del diseño de ventilación. Como estándar para el diseño del sistema de ventilación del Proyecto,

se utilizó la normativa y las recomendaciones de la Administración de Salud y Seguridad para la Minería de los Estados Unidos (MSHA por sus siglas en inglés).

El modelo de ventilación se preparó con métodos estándares y para el modelo final se utilizará modelos computarizados VNET PC o software equivalente de ventilación. Para todo el diseño de la ventilación se utilizaron dimensiones conservadoras según el modelo.

Como se ha mencionado, inicialmente se desarrollarán dos rampas de acceso en la zona central. Los dos rampas tendrán una longitud total de 1,750 metros y 1,950 metros respectivamente, antes de que el túnel de conexión entre las dos rampas sea construido. El circuito de ventilación para cada rampa consistirá en dos ductos de hierro de 48 pulgadas de diámetro (1.22 metros) instalados en la parte superior de la apertura de la rampa de 5 metros de ancho por 6 metros de alto. Cada circuito operará a 50,000 pies cúbicos por minuto (23.6 m³/seg) a una presión estática de 9.6 mm Hg y a una elevación de 1,420 metros sobre el nivel del mar. Se instalarán dos ventiladores de 75kW, 100 HP en cada rampa, los cuales proporcionarán el flujo de aire requerido durante el desarrollo. Los requisitos de ventilación para el desarrollo primario frontal se reducirán una vez que se hayan interconectado las dos rampas.

Una vez que las rampas se hayan conectado y antes de completarse la chimenea central, la ventilación primaria de la superficie ingresará por la rampa este y egresará por la rampa oeste.

Cuando la rampa primaria de la zona Este haya alcanzado una elevación de 1,130 metros sobre el nivel del mar, se colocará un ventilador auxiliar de 75Kw y un ducto de 1.22 metros de diámetro. Una vez que se construya la chimenea principal de ventilación, las dos rampas se convertirán en puntos de entrada de ventilación y la chimenea será el punto de escape de la ventilación.

El sistema de ventilación principal de la mina en fase de producción comenzará a operar una vez que se termine la construcción de la chimenea principal de ventilación en la zona central. Esta chimenea estará ubicada en el punto de unión entre las dos rampas principales. En la superficie del terreno, sobre la chimenea de ventilación se instalará un ventilador tipo extractor. Esto permitirá que el aire fresco sea absorbido desde los portales hacia dentro de la mina, pasando por las áreas en operación a través de ventiladores internos retornándolo a la superficie a través de la chimenea de ventilación.

Conforme avance la mina hacia mayor profundidad, la chimenea de ventilación se extenderá consecuentemente y la distribución del aire se hará de la misma forma, llevando el aire hasta el fondo de la mina y expulsándolo a través de esta chimenea. Además, una vez que la rampa de la zona este alcance 1,450 metros de elevación, esta se conectará con la superficie mediante una perforación en la que se instalará un ventilador. Lo anterior permitirá que el aire sea enviado hacia las galerías del sector este.

Las modelos de ventilación para el Proyecto sugieren que el punto del sistema operativo sería aproximadamente $120 \text{ m}^3/\text{seg}$ lo que equivale a $250,000 \text{ m}^3/\text{minuto}$, una presión total de 3.6 Hg a una elevación de 1,420 metros. Las velocidades del flujo de aire superiores a 4.1 m/s u 800 pies/min deberían evitarse en aéreas donde el personal trabajará o se movilizará regularmente ya que esta es la velocidad a partir de la cual el polvo respirable se vuelve aerotransportado. La tasa del flujo en las rampas y en las galerías estará por debajo de esta velocidad crítica. La velocidad del aire podría alcanzar hasta 5.8 m/seg ó 1130 pies/min pero este flujo se limitará a inspecciones y emergencias, en cuyo caso los ventiladores pueden apagarse o las velocidades pueden reducirse.

La ventilación en las galerías individuales se logrará a través del uso de ventiladores auxiliares. Una parte del aire que fluye en las rampas principales se dirigirá, por medio de un ventilador hacia las galerías. Se usará una manga suave de ventilación para dirigir el aire a los lugares donde el trabajo se desarrolle. En los frentes de excavación del mineral, el aire se retornará por dentro de la galería. Durante la operación de barrenos o tiros largos, el aire se llevará dentro de los niveles de corte inferiores y volverá a la corriente de ventilación principal por el corte superior. Esta dirección del flujo reduce el polvo y mejora la visibilidad durante las operaciones de excavación.

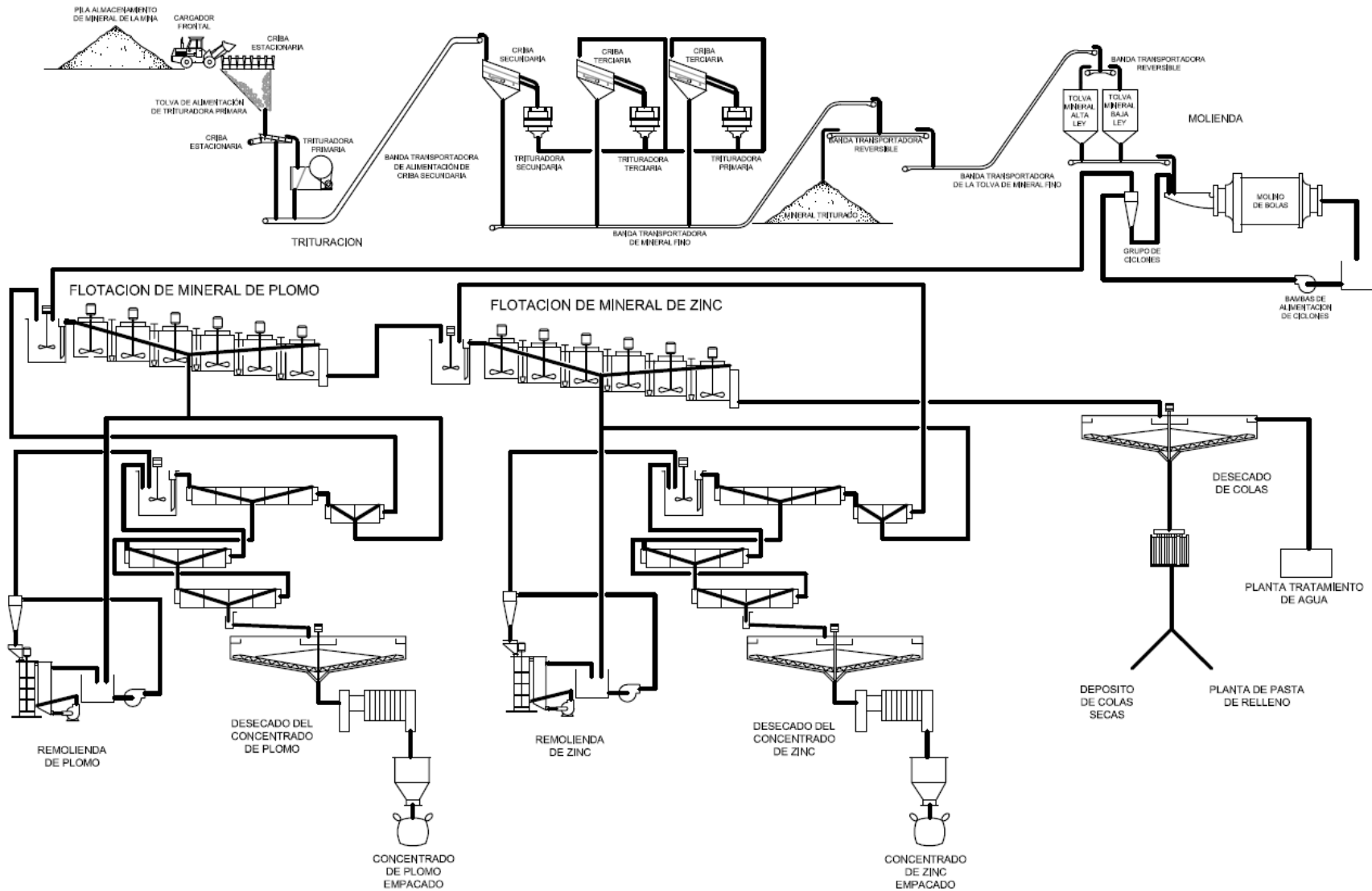
Los requisitos del ventilador para las galerías individuales serán de menos de $26.3 \text{ m}^3/\text{s}$, 50,000 pies cúbicos por minuto, y tendrán corriente de 42kW ó 60 caballos de fuerza. Los volúmenes adecuados de aire han sido incluidos en el diseño para diluir los contaminantes a niveles aceptables en todas las etapas de trabajo.

Planta de Proceso

El Proyecto contará con una planta de flotación selectiva por medio de la cual se producirá un concentrado de mineral de plomo de alta calidad con contenido de oro y plata, y un concentrado de mineral de zinc con algunos valores de oro y plata. En la Figura 5.11 se presenta el diagrama de flujo general del proceso. Los siguientes puntos resumen los diferentes procesos requeridas para extraer plomo, zinc, oro y plata del mineral del proyecto Escobal:

- Reducción de tamaño del mineral proveniente de la mina por medio de una trituradora de mandíbula primaria a un diámetro menor de 150 milímetros.
- Trituración secundaria y terciaria, para reducir el tamaño del mineral de 150 milímetros a menos de 9 milímetros.
- La molienda del mineral triturado se llevará a cabo en un circuito de molino de bolas donde se reducirá el mineral a un tamaño apropiado para procesamiento en un circuito de flotación. El molino de bolas operará en un circuito cerrado con hidrociclones para proporcionar un tamaño de mineral de 80 por ciento pasando 106 micrones al circuito de flotación.
- La planta de flotación consistirá en circuitos selectivos de flotación para sulfuro de plomo y para sulfuro de zinc. Los circuitos de flotación consistirán cada uno en flotación primaria y de limpieza para producir un concentrado de plomo, oro y plata de alto valor, y un concentrado de zinc de valor bajo con valores redituables en oro y plata.
- El concentrado final de plomo será espesado, filtrado, colocado en sacos y cargado en camiones para su exportación. El concentrado final de zinc también se espesará, filtrará, se colocará en sacos y cargará en camiones para su exportación.
- Las colas de flotación se espesarán, filtrarán y se almacenarán en seco en un área de depósito de colas o se transportarán a una planta de relleno de pasta.

Figura 5.11 Diagrama de Flujo General del Proceso



- El agua del desecado de colas y concentrado se tratará y se reciclará para usarse de nuevo en el proceso. Los tipos de agua de la planta incluyen: agua de proceso, agua primaria y agua potable.
- Almacenamiento, preparación, y distribución de reactivos usados en el proceso. Los reactivos incluidos serán, xantato de amilpotasio (colector), xantato isopropílico de sodio (colector), Flomin C-4132 (colector), Flomin C-7931 (colector), espumante Aerofroth X-133, cianuro de sodio (depresor), sulfato de zinc (depresor), sulfato de cobre (activador) y floculante.

A continuación se describe cada uno de los procesos individualmente:

Trituración

El mineral de la mina subterránea será transportado a una zona de apilamiento, desde donde un cargador frontal lo llevará a una criba estacionaria. El mineral también podrá descargarse directamente desde los camiones de la mina subterránea en la criba estacionaria. En la criba estacionaria, se contará con un martillo hidráulico fijo que se utilizará para romper las rocas más grandes.

- Trituración Primaria: La criba estacionaria descargará en una tolva que alimentará una criba vibratoria con espacios de 100 mm. El material que no pase la criba vibradora se descargará en la trituradora primaria de mandíbula, donde el mineral se reducirá a menos de 150 mm. El material fino que pase la criba vibradora se unirá al producto de la trituradora primaria en la faja transportadora.

La faja transportadora contará con una báscula para monitorear la cantidad de mineral que ha sido triturado y con un imán auto-limpiable para eliminar los pedazos de hierro que pueda contener el mineral. Adicionalmente, se instalará un detector de metales para eliminar cualquier residuo metálico que no haya sido eliminado con el imán.

- Trituración Secundaria: El mineral será transportado a una criba secundaria de doble malla. El mineral grueso descargará a la trituradora secundaria de cono y el material fino se transportará a los silos de mineral fino por medio de una banda transportadora.

El mineral proveniente de la trituradora secundaria se transportará a la criba terciaria por medio de una faja transportadora.

- Trituración Terciaria: El mineral se transportará a cada una de las dos cribas terciarias. Las cribas serán de doble malla, y cada una alimentará a una de las dos trituradoras de cono terciarias. El mineral, luego de pasar por la trituradora terciaria, será transportado nuevamente a la criba terciaria. En esa criba se separará el material grueso, que pasará nuevamente a la trituradora terciaria. Un transportador reversible apilará el material fino como producto final de la trituración, el cual tendrá un tamaño menor a 9 milímetros.

Adicionalmente a los aspersores que se ubicarán, en el área de trituración secundaria y terciaria se instalará un colector de polvo, como medidas de mitigación del polvo.

- Apilamiento: El transportador reversible apilará el mineral a un costado del mismo o bien alimentará la banda transportadora de mineral fino que podrá alimentar la tolva de mineral de alta ley o la tolva de baja ley. Cada tolva tendrá una capacidad de 2000 toneladas.

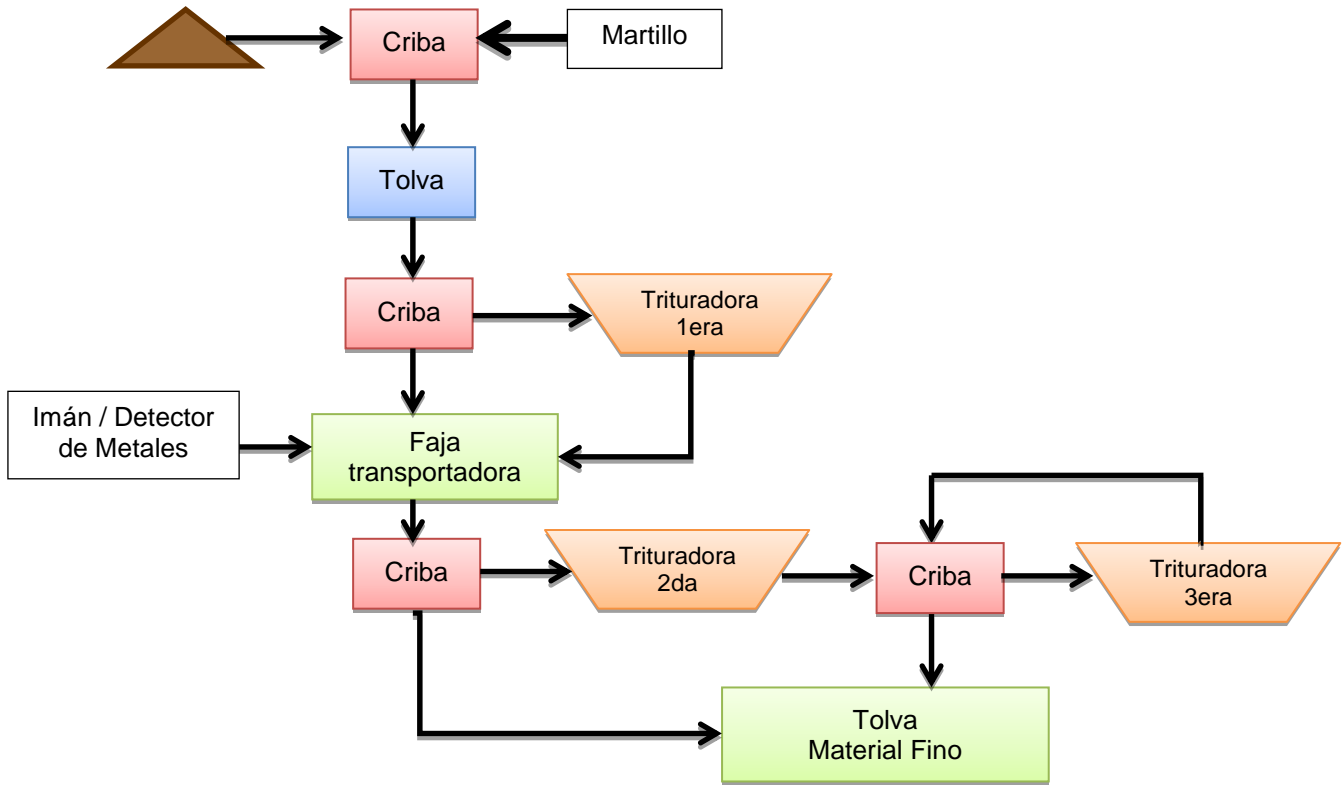
El mineral triturado será alimentado desde cada tolva a una faja transportadora la cual alimentará el molino de bolas. En la Figura 5.12 se muestra un esquema del proceso de trituración.

Molienda

El mineral será molido en un circuito cerrado, formado por un molino de bolas e hidrociclones, para reducir el tamaño del mineral de 9 mm hasta los 106 micrones.

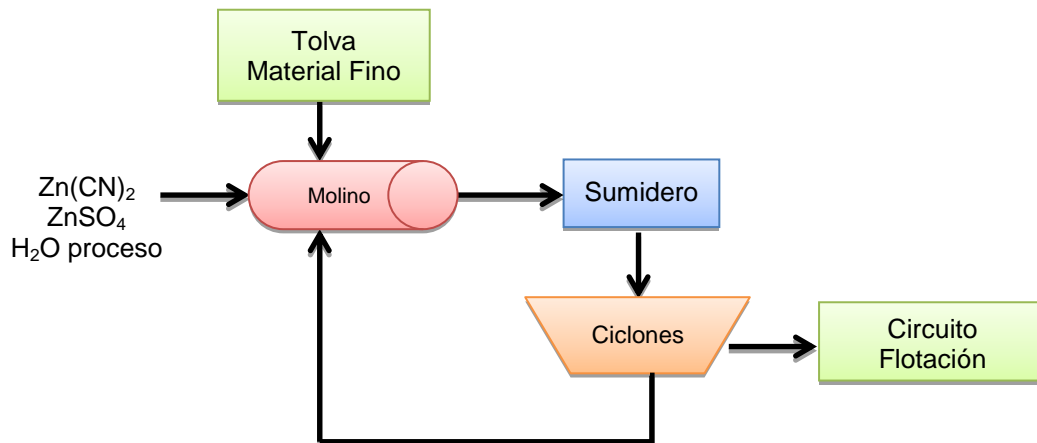
- En el molino de bolas el mineral entrará en contacto con agua recirculada del proceso, para formar una pulpa.
- La pulpa proveniente del molino será bombeada por medio de bombas centrifugas (una en operación y otra en standby) a los ciclones de molienda primaria. Los ciclones separarán el material en finos y gruesos. El material grueso retornará por gravedad al molino de bolas y el material fino (producto final de la molienda) fluirá por gravedad al circuito de flotación.

Figura 5.12 Esquema del Proceso de Trituración



La faja transportadora que alimenta el molino tendrá una báscula de banda la cual monitoreará el índice de producción del molino. En la Figura 5.13 se muestra un diagrama del proceso de molienda.

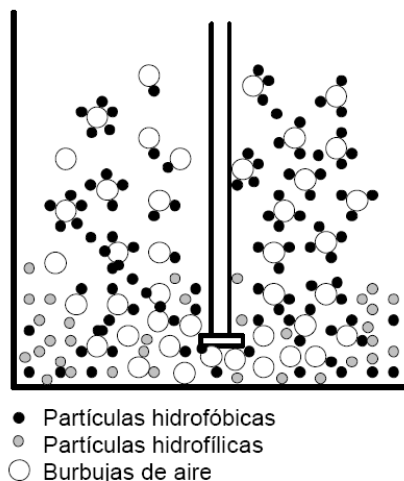
Figura 5.13 Diagrama de Flujo del Circuito de Molienda



Flotación

El proceso de flotación se basa en la adhesión de burbujas de aire a las partículas sólidas en un medio acuoso. Los sólidos que posean propiedades de repelencia al agua (hidrofobicidad) serán flotados por las burbujas a la superficie, donde serán recolectados y recuperados como un concentrado tal y como se muestra en la Figura 5.14.

Figura 5.14 Esquema del proceso de flotación



Los reactivos que se usarán en el proceso de flotación se clasifican de la siguiente forma:

- Colectores: Sustancias orgánicas que se adsorben en la superficie del mineral, confiriéndole características de repelencia al agua (hidrofobicidad). Los reactivos químicos que se usarán como colectores son para la flotación de sulfato de plomo; Xantato de Amilpotasio (0.05 kg/ton mineral) y Flomin C-7931 (0.015 kg/ton mineral); y para la flotación de sulfato de zinc; Xantato Isopropílico de Sodio (0.05 kg/ton mineral) y Flomin C-4132 (0.015 kg/ton mineral).
- Espumante: Sustancias que permiten la estabilidad de las burbujas de aire evitando que éstas se rompan antes de llegar a la superficie. El espumante a ser empleado será el AeroFroth X-133 (0.025 kg/ton mineral)
- Reguladores: Los reguladores o modificadores se usan para modificar la acción del colector, ya sea intensificando o reduciendo el efecto repelente al agua sobre la superficie mineral y de esa manera hacen más selectiva la acción del colector

hacia ciertos minerales. Los reguladores se pueden clasificar como: activadores, depresores o modificadores de pH.

- *Activadores*: Estos reactivos alteran la naturaleza química de las superficies del mineral de tal modo que se convierten en hidrofóbicas mejorando la acción futura del colector. En el proceso se usará como activador el Sulfato de Cobre (0.03 kg/ton mineral)
- *Depresores*: Los depresores se usan para incrementar la selectividad de la flotación volviendo hidrofílicos a ciertos minerales y evitando así su flotación. En el proceso se usará el Cianuro de Zinc (0.05 kg/ton mineral) y el Sulfato de Zinc (0.06 kg/ton mineral), los cuales serán depresores de los minerales de zinc.
- *Modificadores de pH*: Estos consisten en ácidos y bases como el ácido clorhídrico y el hidróxido de sodio. En el proceso se usará el Hidróxido de Sodio (0.001 kg/ton mineral).

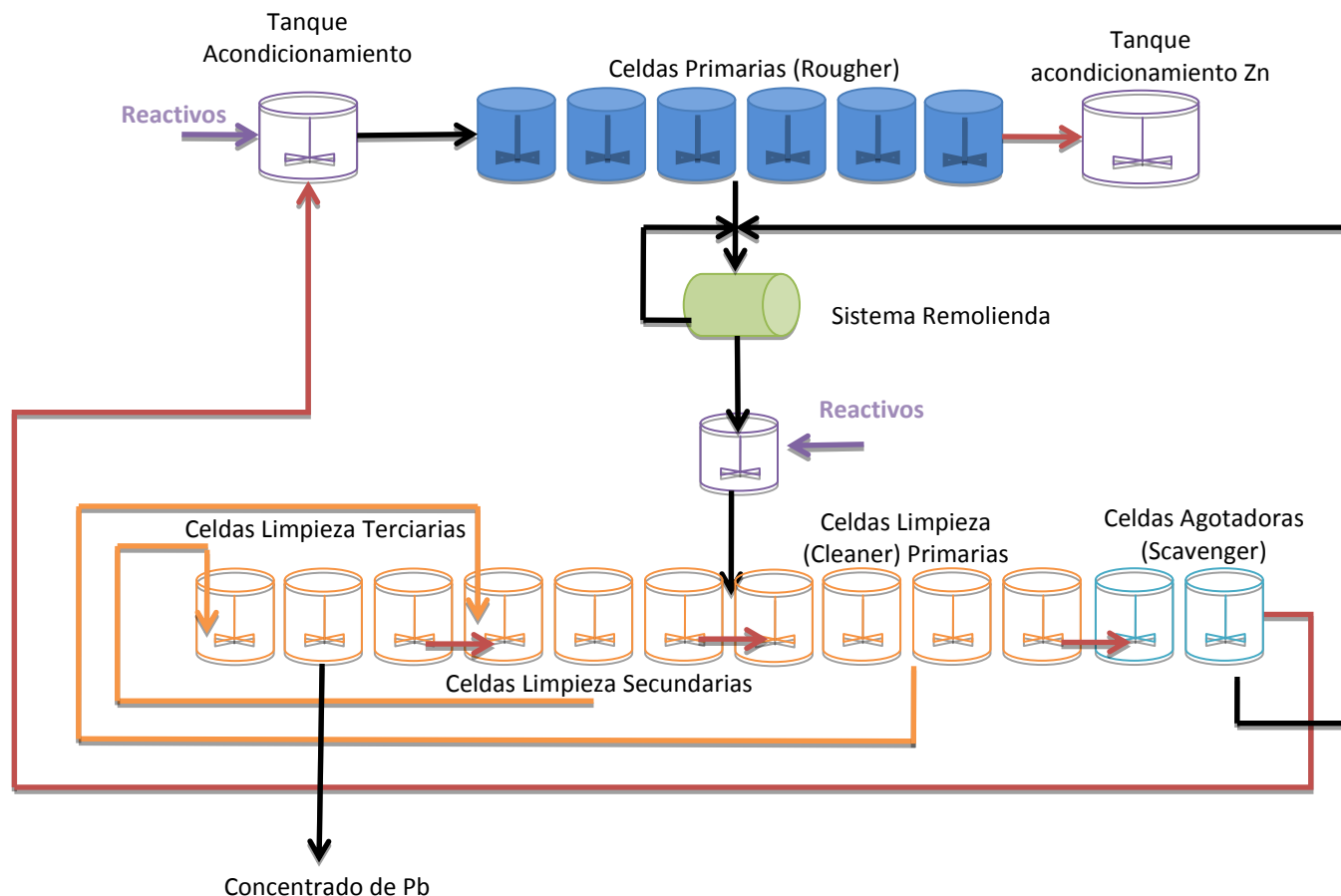
El proceso de flotación se realizará en dos fases, para obtenerse una flotación selectiva. Primero se flotará el mineral de plomo (Pb), mientras los minerales de zinc (Zn) serán deprimidos. Después de la flotación del mineral de Pb, los minerales de Zn serán reactivados y flotados.

La depresión de los minerales de Zn en la flotación de Pb, se logra con el cianuro de zinc ($Zn(CN)_2$). Este compuesto es formado por una reacción química entre el cianuro de sodio (NaCN) y sulfato de zinc ($ZnSO_4$) en un reactor separado. Después de la flotación de Pb, los minerales de Zn son reactivados con sulfato de cobre ($CuSO_4$) para flotarlos selectivamente.

Cada circuito de flotación selectivo, consistirá en una hilera de celdas de flotación primaria, una hilera de celdas de limpieza primaria, una hilera de celdas agotadoras, una hilera de celdas de limpieza secundaria y una hilera de celdas de limpieza terciaria. Se instalará un densímetro para evaluar la calidad del mineral.

- Flotación de Mineral de Plomo: La Figura 5.15 muestra con detalle el circuito de flotación del mineral de plomo. Como se mencionó anteriormente, el circuito consiste en una serie de celdas de flotación y de limpieza del mineral que permitirá una recuperación óptima.

Figura 5.15 Diagrama de Flujo del Circuito de Flotación de Pb



En resumen, las celdas de flotación primarias permitirán la separación del mineral de plomo del mineral rico en zinc. Las celdas de limpieza y las celdas agotadoras permitirán la depuración del concentrado de plomo. El detalle de este proceso se expone a continuación.

Antes de ingresar al sistema de flotación, el mineral será monitoreado para asegurarse que el tamaño de la partícula es la apropiada.

El material fino del ciclón de molienda, fluirá por gravedad al tanque de acondicionamiento de flotación primaria de Pb, donde se adicionarán los reactivos y se agitará por 5 minutos antes de ingresar a las celdas de flotación primaria.

La flotación primaria consistirá de 6 celdas tipo tanque con agitación constante que se ubicarán en forma de cascada. Cada celda tendrá un volumen de 30m^3 y una caída

entre cada una. En las celdas de flotación, el mineral de plomo se separará en forma de espuma que se derramará y fluirá por gravedad hacia una canaleta, y luego a un sumidero de remolienda de mineral de plomo. El material que no flota, denominado colas de la flotación fluirá a un tanque de acondicionamiento para la flotación primaria de Zn. Previo a la flotación del Zn, este material será analizado.

El concentrado de Pb resultante de la flotación primaria pasará por un circuito de remolienda que consistirá de un molino de bolas y un grupo de ciclones. La descarga del molino de remolienda de Pb será clasificado mediante hidrociclones, que reenviarán al molino el material grueso, mientras que el material fino pasará a un tanque de acondicionamiento.

En el tanque de acondicionamiento de limpieza primaria, al concentrado se le adicionarán más reactivos y se agitará por 5 minutos antes de fluir a las celdas de flotación de limpieza primaria. El sistema de celdas de limpieza primaria de Pb consistirá de 5 tanques, con un volumen de 1.42 m³ cada uno. El concentrado recuperado del sistema de limpieza primaria fluirá al sistema de limpieza secundaria y las colas fluirán por gravedad a las celdas de agotamiento de Pb.

El sistema de limpieza secundaria de Pb, consistirá de 4 celdas tipo tanque, con un volumen de 1.42 m³ cada uno. El concentrado obtenido fluirá hacia el sistema de limpieza terciaria y las colas fluirán a las celdas de limpieza primaria.

El sistema de limpieza terciaria de Pb, consistirá de 4 celdas tipo tanque con un volumen de 0.6 m³ cada uno. El concentrado obtenido fluirá al espesador de concentrado de Pb y las colas retornarán al sistema de limpieza secundaria de Pb. Durante todo el sistema de flotación de Pb, en diferentes puntos del circuito se le adicionarán reactivos. Los reactivos utilizados en la flotación de Pb serán: Xantato de Amilpotasio (PAX); Flomin C-7931; Aero Froth X-133; Cianuro de Zinc (Zn(CN)₂) y Sulfato de Zinc (ZnSO₄). En la sección 5.8 se describe como se realizará el transporte, almacenamiento y manejo de estos reactivos, así como las cantidades a utilizarse.

- Flotación de Mineral de Zinc: Las colas del sistema de flotación primaria de Pb, fluirán al circuito de flotación de Zn. La pulpa fluirá primero al tanque de acondicionamiento de flotación primaria de Zn. En el tanque de acondicionamiento se adicionarán reactivos y se agitarán para deprimir la flotación de hierro y

reactivar el sulfuro de zinc para su flotación. Los reactivos utilizados serán: Isopropil de xantato de sodio (SIPX); Flomin C-4132; Aero Froth X-133 y Sulfato de Cobre (CuSO_4).

La flotación primaria del mineral de Zn consistirá en 5 celdas tipo tanque dispuestas en forma de cascada, con un volumen de 30 m^3 cada uno. El concentrado obtenido de la flotación primaria, fluirá por gravedad a un circuito cerrado de remolienda de Zn. Las colas de la flotación primaria se bombearán al espesador de colas. El circuito de remolienda de Zn consiste de un molino de bolas y un grupo de ciclones. El material grueso de los ciclones retornará al molino y el fino (producto final del circuito de remolienda) fluirá por gravedad al tanque de acondicionamiento de la limpieza primaria de Zn.

Al concentrado en el tanque de acondicionamiento, se le adicionarán más reactivos y se agitará por 5 minutos antes de fluir a las celdas de flotación de limpieza primaria. El sistema de limpieza primaria de Zn consistirá de 6 tanques con un volumen de 1.42 m^3 cada uno. El concentrado recuperado del sistema de limpieza primaria fluirá al sistema de limpieza secundaria y las colas fluirán a las celdas de agotamiento. El sistema de agotamiento estará formado por 6 celdas de 1.42 m^3 cada una.

Las colas del sistema de celdas agotadoras serán bombeadas al tanque de acondicionamiento de flotación primaria de Zn para retornar al proceso. Y el concentrado de las celdas agotadoras será bombeado al sistema de remolienda de Zn.

El sistema de limpieza secundaria de Zn, consistirá de 4 celdas tipo tanque con un volumen de 1.42 m^3 cada uno. El concentrado obtenido fluirá hacia el sistema de limpieza terciaria y las colas fluirán a las celdas de limpieza primaria. El sistema de limpieza terciaria de Zn, consistirá de 4 celdas tipo tanque con un volumen de 0.6 m^3 cada uno. El concentrado obtenido fluirá al espesador de concentrado de Zn y las colas retornarán al sistema de limpieza secundaria de Zn. El diagrama del proceso de flotación Zn es semejante al proceso de flotación de Pb.

Desecado del Concentrado

- Desecado del Concentrado de Plomo: El concentrado de plomo se pasará a un tanque espesador, donde se adicionará un floculante para ayudar a que todas las partículas se aglutinen. El tanque espesador tendrá un diámetro de 4 m. El rebalse del espesador se bombeará a un tanque de rebalse y el flujo de fondo

(pulpa) se bombeará con bombas horizontales centrifugas de velocidad variable hacia dos filtros prensa automáticos. La torta del filtro (el material seco) se descargará en una pila de almacenamiento de concentrado de Pb cubierta y desde ahí se alimentará por medio de un cargador frontal hacia el sistema de peso y empaquetado de Pb.

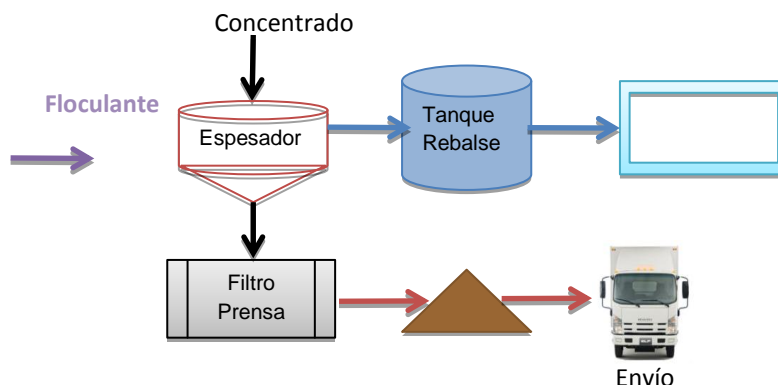
El concentrado se transportará en sacos en contenedores hacia el puerto para su exportación. El agua proveniente de los filtros prensa (agua de lavado y lo filtrado) se colectará en el tanque de filtrado, de donde se bombeará al espesador de concentrado de Pb.

- **Desecado del Concentrado de Zinc:** El tanque espesador de concentrado de Zn tendrá un diámetro de 4 m. Se le adicionará floculante y el rebalse se bombeará al tanque de rebalse. El flujo de fondo (pulpa) se bombeará hacia los dos filtros prensa y el material seco se descargará en una pila de almacenamiento de concentrado de Zn cubierta y desde ahí se alimentará el sistema de pesado y empaque de Zn en sacos. Al igual que el sistema de flotación de Pb, se cargarán contenedores con el concentrado de Zn, los cuales lo transportarán hacia el puerto para su envío.

El agua proveniente de los filtros prensa (agua de lavado y lo filtrado) se colectarán en el tanque de rebalses, de donde se bombeará al sistema de tratamiento de agua del proceso. En la Figura 5.16 se presenta el diagrama de flujo del proceso de desecado de los concentrados.

La planta concentradora del Proyecto está diseñada para una producción diaria de 161.18 toneladas de concentrado de Pb con una concentración del 39.75% de Pb y 231.84 toneladas diarias de concentrado de Zn con una concentración del 51.02% de Zn. El concentrado se cargará en camiones para su venta, estos camiones se pesarán vacíos y con carga para tener un buen control en la producción. Se estima que 6 camiones diarios transportaran los concentrados. Características de los concentrados que serán obtenidos se presentan en el Cuadro 5.13.

Figura 5.16 Diagrama de Flujo del Desechado de Concentrado



Cuadro 5.13 Producción y Características de Concentrados

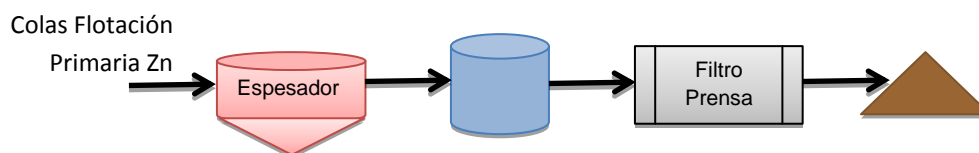
Parámetro	Concentrado de Pb	Concentrado de Zn
Producción	7.3 ton/h	10.5 ton/h
Humedad	8%	8%
Producción seca diaria	161.18 ton	231.84 ton
Contenido de Plomo	39.75%	1.72%
Contenido de Zinc	6.11%	51.02%
Contenido de Oro	7.19 ppm	0.32 ppm
Contenido de Plata	11,312 ppm	451.5 ppm

Colas del Proceso

Luego de ser muestreadas y analizadas, las colas de la flotación primaria de Zn, se bombearán al espesador de colas. El espesador tendrá un diámetro de 12 m. El rebalse del espesador fluirá al tanque de rebalse desde donde se bombeará al tanque de agua de proceso.

El flujo de fondo del espesador de colas se bombeará a los filtros prensa (tres en operación y uno en espera). Las colas producidas en la planta de procesamiento serán filtradas y prensadas para reducir entre un 10% a 15% el contenido total de humedad, una vez filtradas las colas se trasladarán mediante una faja transportadora hacia el área de almacenamiento de colas secas techada y de este punto hacia la planta de pastas donde se le adicionará cemento para formar una pasta que será utilizada como relleno de la mina subterránea o al depósito de colas secas. En la Figura 5.17 se muestra un esquema del proceso.

Figura 5.17 Esquema del proceso de desecado de las colas



Depósito de Colas Secas

En el depósito de colas secas estas serán esparcidas por medio de maquinaria de construcción, colocadas en capas de aproximadamente 30 cm de espesor y compactadas con un rodo vibratorio, dando como resultado un material denso, de baja permeabilidad, seco y estable. Parte de la roca estéril extraída de las áreas de desarrollo de la mina subterránea será colocada también en el depósito de colas, ya sea mezclada con las colas o segregada dentro de la misma estructura.

Al final de la vida proyectada de la mina, la cual es de 18 años, la altura máxima del depósito de colas será de 65 metros, medida en forma vertical desde el suelo hasta la parte superior del depósito. La estabilidad estática de las colas secas apiladas está asegurada por el bajo contenido de humedad de las colas y una pendiente relativamente plana de 3H: 1V (ver plano 56/69 del Anexo 4).

La altura del depósito de colas secas se incrementará a una tasa promedio de cuatro metros por año (ver plano 68/69 del Anexo 4), lo cual dará tiempo suficiente para monitorear y caracterizar continuamente las características geotécnicas del depósito. Cada tres años, o entre 10 y 12 metros de aumento en la altura del depósito de colas, Minera San Rafael, llevará a cabo una evaluación completa de las propiedades geotécnicas de la instalación y el probable comportamiento geotécnico de las colas secas apiladas tanto a cargas sísmicas estáticas como dinámicas y modificar el diseño de acuerdo a este comportamiento si se considera necesario. Si la evaluación de desempeño de la instalación indica la necesidad de una mayor compactación de los residuos del filtro-prensado (colas) y/o modificaciones a la pendiente del perímetro exterior de las instalaciones, las modificaciones serán de fácil implementación.

Durante la operación, el escurrimiento superficial de aguas pluviales será desviado tanto por los laterales del depósito de colas, por medio de canales de desviación, como por debajo del depósito de colas a través de una tubería sólida de 60 cm de

diámetro que pasará por debajo del depósito en la parte más baja y llevará esta escorrentía hacia su drenaje natural. La precipitación que entra en contacto con las colas, así como el agua que pueda ser liberada de las mismas será recolectada a través de una serie de drenajes que la conducirá hacia la pileta del área del depósito de colas y escombros, desde donde será enviada a la planta de proceso y usada para la operación de la misma, o a una planta de tratamiento para remover posibles impurezas y descargada si es necesario.

El proceso de filtrado y secado de las colas presenta numerosas ventajas medioambientales y operacionales sobre los métodos más tradicionales de almacenamiento como las represas de colas, incluyendo requerimientos menores de superficie, menores áreas intervenidas, mayor estabilidad geotécnica y un mínimo riesgo de impacto a las aguas subterráneas y superficiales.

Minera San Rafael llevará a cabo la restauración y revegetación del depósito de colas en forma concurrente con las operaciones de colocado de las mismas durante la vida del Proyecto (ver planos 68/69 y 69/69 del Anexo 4). Conforme se vayan colocando las capas de colas compactadas y el depósito se extiende valle arriba, se colocará una capa de evapotranspiración en el talud que va quedando terminado en la parte inferior. Esta capa de evapotranspiración consiste en material granulado como arena, cubierto por otra capa de suelo orgánico y revegetada; esta capa está diseñada para reducir la infiltración, incrementar la transpiración, drenaje y evaporación de agua del suelo. Los taludes externos por debajo del área de operación serán reconfigurados para simular los taludes y pendientes naturales del entorno y revegetados, tanto para evitar erosión y para permitir la evapotranspiración de agua de lluvia que caiga en los mismos.

El modelo de simulación de flujo hidráulico llevado a cabo por una empresa de hidrología independiente (Global Resource Engineering), predice que no habrá infiltración significativa de las aguas pluviales en las colas. En las zonas activas de operación y que aún no estén listas para recuperación y revegetación, las colas serán cubiertas con una capa de plástico con el fin de minimizar, en la medida de lo posible, la infiltración de aguas pluviales con la excepción de las áreas donde se esté colocando colas en ese momento.

Estación de Combustible

Durante la operación se realizarán dos actividades: la recepción y el despacho del combustible.

- **Recepción de Combustible:** Procedimiento mediante el cual se trasegará el combustible del transporte especializado (camión cisterna) hacia los tanques de almacenamiento. Este procedimiento consiste en conectar una manguera flexible de 3" con sistema de acople rápido (el cual se encuentra conectada a la bomba), hacia el manifold de descarga del cisterna. El combustible es propulsado por el sistema de bombeo hasta el tanque correspondiente.
- **Despacho de Combustible:** Procedimiento mediante el cual se trasegará el combustible desde los tanques hacia los transportes especializados de menor volumen (camión cisterna). Este procedimiento consiste en bombear el combustible desde los tanques hacia el camión cisterna, el proceso se realiza mediante un brazo colocado sobre el puente de carga. Descargando directamente sobre el tanque cisterna el cual está provisto de un acople en la parte superior.

Drenaje del área de carga y descarga: El drenaje de esta área constituye un drenaje separado, que contempla rejillas captadoras de posibles derrames, una alrededor de donde descarga el camión-cisterna. En las rejillas se recoge el líquido y luego se conduce con tubería de PVC de 4" hacia una caja trampa grasa y luego a una caja API (separadora de hidrocarburos), donde los mismos serán confinados y removidos (ver detalle de cajas en planos, Anexo 4).

Instalaciones especiales: El área de combustibles cuenta con un sistema de aterrizaje a tierra física. La tierra física consiste en un anillo de cable desnudo de cobre de 1 ½" con una cabeza de varilla de cobre de 3/8" x 3.20 (el anillo va alrededor de cada uno de los componentes mencionados y una cabeza en cada esquina).

Así mismo se cuenta con un sistema de paro de emergencia, el cual consiste en un botón de paro de emergencia que al detectar un derrame o sobrellenado de los depósitos se activa y éste a su vez transmite una señal a otro botón en el área de carga y descarga el cual suspende el bombeo de los depósitos para detener todo el proceso.

Dentro de las instalaciones especiales con que contará se puede mencionar:

- Toneles areneros en el área de carga y descarga y cerca de los depósitos de combustible;
- Extinguidores tipo ABC en el área de carga y descarga y cerca de los depósitos de combustible;
- Señalización preventiva/prohibitiva e informativa: no fumar, apague su motor, vapores altamente inflamables, apague radios y celulares; y,
- Grifos de agua potable en las mismas áreas.

Para el diseño y operación de la estación de combustibles se han considerado adecuadamente todas las Medidas de Seguridad Ambiental e Industrial requeridas por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas. Todas las instalaciones de tuberías de combustibles, instalaciones eléctricas, de monitoreo, etc., estarán dispuestas siguiendo las normas de seguridad humana evitando que puedan cruzarse unas con otras. Las conexiones e instalaciones eléctricas que se utilizan en el área de carga y descarga, y otros en donde hay presencia de vapores o combustible, son a prueba de explosión, y van en sentido contrario a las tuberías de combustibles.

Área de Incinerador

La operación y mantenimiento del incinerador se llevará a cabo por personal capacitado, que atiende las instrucciones vertidas en el manual de operación, siendo las principales actividades:

- La operación del incinerador se inicia con la revisión general del equipo, para lo cual se chequean llaves de paso de aire, niveles de agua y diesel, así como la limpieza y extracción de los desechos y cenizas incineradas anteriormente.
- Seguidamente, el operador enciende el panel de control y controla que los dispositivos electrónicos se encuentren en óptimas condiciones.
- Luego se enciende el quemador de la cámara secundaria y se ajusta la temperatura al nivel deseado, esto para precalentamiento del incinerador.
- Mientras se realiza el precalentamiento del incinerador se empieza a introducir cartón en la cámara primaria, esto con el propósito de hacer una base (si se utilizan otros desechos pueden sólo derretirse y tapar los inyectores de aire que están en el piso de la primera cámara).

- Al momento en que se activa el quemador, produce una llama visible desde afuera, de lo contrario, es posible que el motor de diesel haya desarrollado agua y presión en el ducto de combustible, por lo que se hace necesario drenarlo, esto se hace con una válvula de escape que se encuentra en el motor.
- Una vez alcanzado un fuego uniforme en la base de la cámara primaria, se enciende el ventilador para inyectar de aire el incinerador.
- Listo el incinerador ya en funcionamiento, lo que resta es el manejo de los desechos al introducirlos en la cámara primaria.
- Se deben distribuir bien los desechos en la cámara para obtener una buena combustión que genere el calor necesario. La manera correcta de introducir los desechos es llenando primero los extremos desde el fondo hacia delante hasta llegar a la mitad de la cámara y luego se mueven los desechos con una garrocha, tirando los desechos a los extremos y no al centro.
- Una vez incinerados los desechos, se procede a apagar el incinerador, para lo cual debe perder la mayor cantidad de temperatura, siendo deseable de 50° C, esto se logra dejando introducir desechos en la cámara primaria y dar por lo menos 1 hora para que el incinerador consuma los mismos, durante esa hora será necesario que los desechos sean constantemente revueltos dentro de la cámara.
- Verificar constantemente la temperatura de la cámara secundaria

Como parte del mantenimiento del incinerador, diariamente se remueven las cenizas provocadas de la incineración anterior, tanto de la cámara primaria como de los ciclones, además de revisar los niveles de agua y diesel y las llaves de paso de aire.

Adicionalmente, por quincena se revisan los inyectores de aire, activando la turbina del aire para constatar si hay inyectores de aire tapados para proceder a limpiarlos.

5.6.3.2 Equipo y Maquinaria Utilizada

Durante la fase de operación, el Proyecto requerirá de equipo especializado para la realización de sus actividades. El Cuadro 5.14 presenta el listado de equipo que será utilizado durante la operación del Proyecto.

Cuadro 5.14 Equipo para la operación del Proyecto

Equipo	Tipo de Motor	Cantidad
<u>Operaciones Mina Subterránea</u>		
Carretones tipo cuchara 7.5 yd.	Diesel	5
Carretones tipo cuchara 6 yd.	Diesel	2
Carretones tipo cuchara 3.5 yd.	Diesel	1
Camión de volteo 45t	Diesel	7
Perforador Jumbo de 2-astas	diesel/eléctrico	5
Perforador Jumbo de 1-asta	diesel/eléctrico	2
Perforador (DS420)	diesel/eléctrico	2
Perforador (DS310)	diesel/eléctrico	6
Perforador Producción martillo arriba	diesel/eléctrico	3
Perforador Producción martillo abajo	diesel/eléctrico	3
Perforador Raisebore	Eléctrico	1
Perforador manual de pierna	Neumático	15
Perforador manual de sostén	Neumático	15
Camión para aspersión de concreto	Diesel	1
Camión mezclador de concreto	Diesel	1
Motoniveladora	Diesel	2
Perforador diamante	Eléctrico	3
Montacargas de tijera	Diesel	2
Camión de explosivos	Diesel	2
Transporte para mineros	Diesel	3
Elevadores de doble cilindro	Diesel	3
Montacargas IT	Diesel	1
Camión grúa	Diesel	1
Ventilador de camión	diesel	1
Camión de servicio	diesel	1
Vehículo liviano	diesel	15
Compresores de aire	eléctrico	3
Ventiladores	eléctrico	15
Bombas	eléctrico	70
Bombas	neumático	15
Rastrillo de minas	neumático	5
<u>Operaciones Superficie</u>		
Cargador frontal tipo CAT 980	diesel	3
Cargador frontal tipo Case 821E	diesel	1
Cargador frontal tipo CAT 906H	diesel	2
Excavadora CX350B	diesel	1
Tractor de orugas tipo D6	diesel	1
Motoniveladora tipo 14M	diesel	1
Compactadora tipo Cat CS 433 E	diesel	1
Camión articulado 30 T	diesel	2
Montacargas 30T	diesel	1
Montacargas 3T	eléctrico	2
Montacargas 5 T	eléctrico	2
Camión de almacén 10 T	diesel	1

Equipo	Tipo de Motor	Cantidad
Cargador bobcat	diesel	2
Microbús (30 asientos)	diesel	2
Camión de mantenimiento	diesel	1
Grúa 60T	diesel	1
Cargador tipo 938 IT	diesel	1
Cargador tipo 966	diesel	3
Retro excavadora tipo Cat 414E	diesel	1
Tractor de orugas tipo D-6	diesel	1
Tractor tipo John Deere 5055E Utility Tractor	diesel	1
Vehículos livianos	diesel	5
Generadores	diesel	3
Compresores de aire	eléctrico	6
<u>Otros</u>		
Vehículos livianos	diesel	13

5.6.3.3 Movilización de Transporte y Frecuencia de Movilización

Durante la fase de operación del Proyecto se estima que la movilización de transporte será:

- Transporte de insumos: 50 camiones por mes (1 a 2 camiones diarios).
- Transporte de producto desde el proyecto hasta el puerto: 180 camiones por mes (6 camiones diarios).

El transporte de los insumos (combustibles, reactivos químicos, etc.) será responsabilidad de los proveedores; no obstante la Empresa supervisará que todo movimiento realizado por los contratistas cuente con los controles requeridos para asegurar un movimiento seguro fuera del Proyecto.

En el Cuadro 5.15 se detalla el flujo vehicular y la frecuencia de movilización durante la fase de operación.

Las rutas que serán utilizadas por el Proyecto durante la fase operativa y de mantenimiento de la mina subterránea y de la planta de proceso, serán las siguientes:
Exportaciones: Puerto de San José – Guatemala – Barberena - San Rafael Las Flores, y viceversa.

Cuadro 5.15 Movilización de transportes durante la fase de operación

Descripción	Viajes
Combustible para equipo y vehículos livianos	2 pipa cada 3 días
Explosivos y detonadores	2 camiones por mes
Lubricantes de la mina y suministros	1 camión por semana
Suministros misceláneos	1 camión por semana
Buses para el transporte de empleados	20 diarios
Vehículos livianos	25 diarios
Transporte de reactivos químicos	2 camiones por mes
Transporte de concentrado	6 camiones diarios

5.6.4 Fase de Cierre

En algunos sectores de la operación será posible implementar un sistema de cierre o recuperación concurrente. Esto incluye algunas escombreras, depósito de colas secas, relleno de galerías minadas, etc. Lo anterior permitirá que algunas áreas que no se usen, sean recuperadas para minimizar la huella ambiental y extender la inversión en recuperación a lo largo de toda la vida de la mina. Este sistema da más tiempo al monitoreo del proceso de recuperación y se disminuye el gasto al final de la vida de la mina.

Aun así, cuando las operaciones mineras hayan cesado, se tendrá que realizar una serie de actividades de cierre técnico. En esta fase se dismantelarán todas las instalaciones principales y se procederá a la recuperación o restauración final del sitio de acuerdo al Plan de Cierre y Recuperación. Los objetivos del cierre y rehabilitación en el sitio del Proyecto son mitigar los efectos de la alteración del terreno, minimizando o eliminando los posibles peligros a la seguridad humana y proveer configuraciones de suelo estables a largo plazo y restaurar las áreas alteradas para un uso benéfico y consistente con las prácticas de uso local del suelo. Se anticipa que el lugar retornará a los usos productivos del suelo, específicamente para agricultura y ganadería, con excepción de las áreas que serán restauradas con la vegetación nativa.

El cierre del Proyecto se realizará de acuerdo a las prácticas de manejo internacional para operaciones mineras. Las principales actividades de cierre podrían incluir pero no se limitarán a:

- Remoción de estructuras físicas incompatibles con el uso del suelo;

- Re-contorneo y reposición del suelo;
- Revegetación de todas las áreas perturbadas;
- Cierre de la mina subterránea;
- Relleno de las galerías; y
- Sello de los pozos.

Mina Subterránea y Escombrera

La escombrera y demás instalaciones superficiales de la mina serán reconfiguradas, recubriéndolas con suelo fértil y revegetación. Las aberturas de la mina subterránea (portales y ductos de ventilación) serán cerradas con estructuras de acero y concreto.

Las estructuras de concreto serán demolidas y cubiertas con subsuelo y re-contorneadas para luego ser cubiertas con suelo y vegetación.

Planta de Proceso e Instalaciones Auxiliares

Al momento del cierre final, todos los edificios serán demolidos y removidos del sitio. Previo a la demolición, todos los edificios serán limpiados y se removerán todos los materiales dentro de los edificios y equipo.

Se limpiarán todos los materiales potencialmente peligrosos. Todos los reactivos remanentes serán removidos de los edificios y se enviarán fuera del sitio para su disposición adecuada.

Los tanques de almacenamiento de hidrocarburos y los equipos de suministro serán removidos del sitio, verificando que no exista presencia de los mismos en el suelo. Todos los solventes serán removidos de los sistemas en la Planta, las tuberías serán lavadas y drenadas. De igual forma, todos los transformadores con aceite dieléctrico serán drenados, los líquidos serán caracterizados y después removidos. Todos serán dispuestos de forma adecuada.

Una vez se hayan limpiado y todos los materiales potencialmente peligrosos hayan sido removidos, los edificios serán desmantelados. El equipo o material rescatable será enviado fuera del sitio para ser vendido. Los equipos y materiales sin valor rescatable serán demolidos y los desechos llevados al relleno industrial del Proyecto.

Todas las losas de concreto serán demolidas y removidas, se enterrarán y posteriormente se cubrirán con suelo. Las áreas serán revegetadas con especies nativas.

Los caminos construidos durante la operación serán re-contorneados, subsolados y si fuera necesario, recubiertos con suelo y vegetación. No se restaurarán aquellos caminos necesarios para mantener la productividad agrícola de los terrenos.

Depósito de Colas

La recuperación, restauración y cierre del depósito de colas se llevará a cabo en forma concurrente con las operaciones, restaurando la parte inferior del depósito conforme crece en altura, de tal forma que al final de la vida útil de la mina, el depósito de colas ya estará en una fase avanzada de recuperación. En el plano 68/69 del Anexo 4, se muestra la regeneración recurrente del depósito de colas.

Para la clausura final, el resto de las áreas de trabajo serán compactadas, cubiertas por la capa de evapotranspiración y revegetadas/reforestadas. Los canales de control de aguas pluviales y sistemas de drenaje se dejarán en su lugar para recoger el agua de escorrentía de la cuenca aguas arriba del depósito, así como agua de lluvia que cae sobre la instalación. El sistema de desagüe central permanecerá también en el lugar; tanto con el tubo de recolección de efluentes de las colas, como el tubo de recolección de aguas pluviales seguirán funcionando indefinidamente para captar y conducir el agua de lluvia en área del depósito de colas ya restaurado. El estanque de aguas pluviales en la base de la instalación se mantendrá por un tiempo que permita dar seguimiento y garantizar que el cumplimiento con los estándares de calidad de agua o hasta que el efluente cese. Para el cierre final, la pileta del área del depósito de colas y escombros se podrá rellenar y restaurar el área o dejarse en el sitio como almacenamiento de agua que beneficie a los agricultores y ganaderos locales.

Cuando el cierre definitivo se haya completado, el depósito de colas secas tendrá una apariencia similar a la geografía del área, con una superficie plana en la parte superior y pendientes similares o más suaves que las actualmente existentes, con suelos densos aptos para sostener la vegetación típica del área. En el plano 69/69 del Anexo 4, se muestra cómo quedará la topografía del AP, incluyendo el depósito de colas.

Los bordos de roca y colas en los taludes exteriores controlarán la erosión y la formación de cortes por la escorrentía de lluvia. Canales para drenaje de escorrentía y control de erosión serán construidos conforme sea necesario para evitar la formación de cortes y cárcavas por el efecto de erosión. El resultado será una forma geomorfológica que, a largo plazo, responderá a las condiciones meteorológicas y geomorfológicas como lo hacen las lomas y laderas típicas del área.

5.6.4.1 Equipo y Maquinaria Utilizada

Durante la fase de cierre, se requerirá de equipo especializado para el desmantelamiento de las instalaciones y para realizar la revegetación del lugar.

Cuadro 5.16 Equipo para el cierre técnico del Proyecto

Equipo	Tipo de motor	Cantidad
Cargador frontal	diesel	3
Camión blindado	diesel	6
Tractor de orugas tipo D6	diesel	1
Motoniveladora	diesel	1
Camión con grúa de 5 ton	diesel	1
Grúa móvil de 45 ton	diesel	1
Camión para alza	diesel	1
Compactador	diesel	1
Microbús	diesel	1
Compresores de aire móviles	diesel	1
Vehículos livianos	diesel	5
Cargador frontal	diesel	3
Camión blindado	diesel	6
Tractor de orugas tipo D6	diesel	1

5.7 Servicios Básicos

A continuación se describen los distintos servicios de infraestructura básica con los que contará el Proyecto al encontrarse en operación.

5.7.1 Abastecimiento de Agua

El Proyecto contará con dos sistemas de abastecimiento de agua. El primero, provendrá de dos pozos de agua subterránea, de los que se extraerán alrededor de 28 galones por minuto (gpm) para el sistema de agua doméstico y únicamente cuando el sistema de desagüe de la mina no esté funcionando podría extraerse agua para el Proyecto. El segundo sistema de agua provendrá de las bombas de achique que extraerán un promedio de 255 gpm de agua de la mina subterránea, la cual será utilizada para el proceso. Del agua extraída de los pozos (28 gpm) la que será utilizada para usos domésticos teniendo pérdidas de 3 gpm. Los 25 gpm restantes serán trasladados al sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas y dispuestas en época seca como el control de polvo en caminos y durante la época lluviosa se podrá descargar hacia el río EL Dorado, considerando el tratamiento terciario propuesto. Propuesta de tratamiento de aguas residuales domésticas en Anexo 10.

Se han desarrollado una serie de estudios sobre la disponibilidad del recurso del acuífero y se ha establecido que estos están disponibles para cubrir la demanda estimada del proyecto por un amplio margen. Las tuberías y el sistema de bombeo han sido dimensionados para cubrir el requerimiento máximo de agua, el cual será al momento de la puesta en marcha del proceso industrial. Este período de arranque será corto, ya que una vez llenado el sistema se iniciará la recirculación del agua y se incorporarán otros aportes como el agua de lluvia captada en las piletas de almacenamiento de agua.

En el Cuadro 5.17 se presenta el resumen del balance general de agua para época seca y lluviosa, teniéndose un consumo total de 199 gpm durante la época lluviosa y 202 gpm durante la época seca, lo cual incluye el consumo doméstico, agua para sello de bombas, agua que queda atrapada en las colas y concentrados, planta de relleno de colas, evaporación de agua en las piletas de almacenamiento de agua y control de polvo. En la Figura 5.18 y Figura 5.19 se presenta el balance general de agua para el Proyecto en época seca y lluviosa, respectivamente.

A continuación se describen los sistemas de abastecimiento de agua en el Proyecto tanto para época seca como para la época lluviosa. La distribución del circuito hacia los diferentes sistemas será de manera gravitacional, a menos que se especifique otro método.

Cuadro 5.17 Resumen del Balance General de Agua

Época Lluviosa			
Componente	Entradas (gpm)	Consumido (gpm)	Salidas (gpm)
Extracción de Agua de Pozos	28		
Extracción de Agua de Mina	255		
Depósito de Colas Secas	132		
Área de Proceso	27		
Consumo Doméstico		3	
Agua de Sellos		31	
Evaporación Pileta de Agua Impactada		4	
Evaporación Pileta de Agua de Proceso		2	
Evaporación Pileta de Escombros y Colas		26	
Agua atrapada en Colas y Concentrados		100	
Planta de Relleno de Colas		33	
Descarga Aguas Residuales Tratadas			25
Descarga Pileta de Cumplimiento Ambiental			218
Total	442	199	243
Época Seca			
Componente	Entradas (gpm)	Consumido (gpm)	Salidas (gpm)
Extracción de Agua de Pozos	28		
Extracción de Agua de Mina	255		
Depósito de Colas Secas	0		
Área de Proceso	0		
Consumo Doméstico		3	
Agua de Sellos		31	
Evaporación Pileta de Agua Impactada		(2)*	
Evaporación Pileta de Agua de Proceso		1	
Evaporación Pileta de Escombros y Colas		(11)*	
Agua atrapada en Colas y Concentrados		100	
Planta de Relleno de Colas		33	
Control de Polvo		34	
Descarga Pileta de Cumplimiento Ambiental			81
Total	283	202	81

* Considerando que durante la época seca no existen infiltraciones que generen agua que sean almacenadas en éstas, los valores de evaporación no son considerados para el balance general. Sin embargo, aplican para el agua que pudiera haber quedado de la época lluviosa.

Figura 5.18 Balance General de Agua en la Época Seca

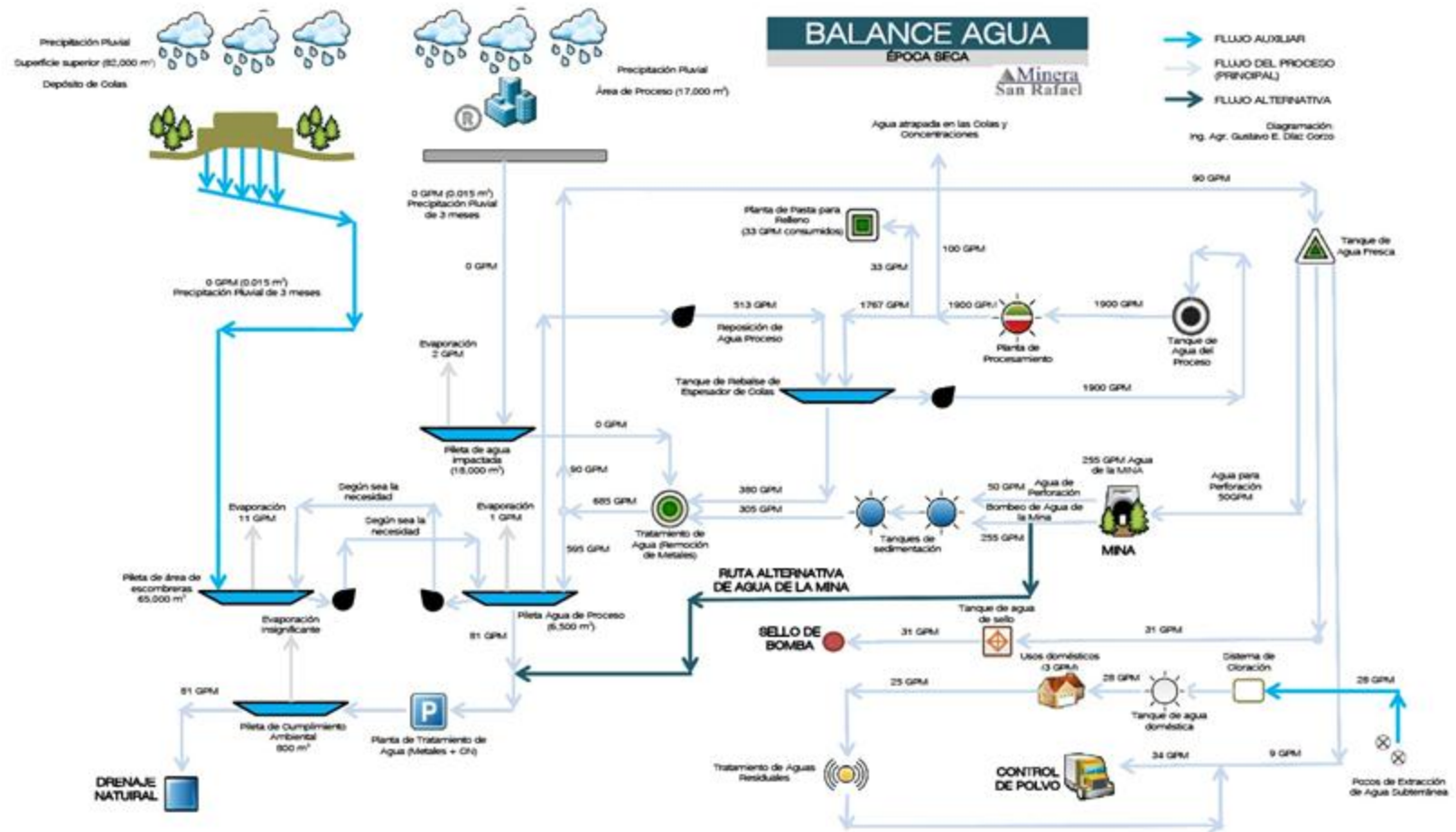
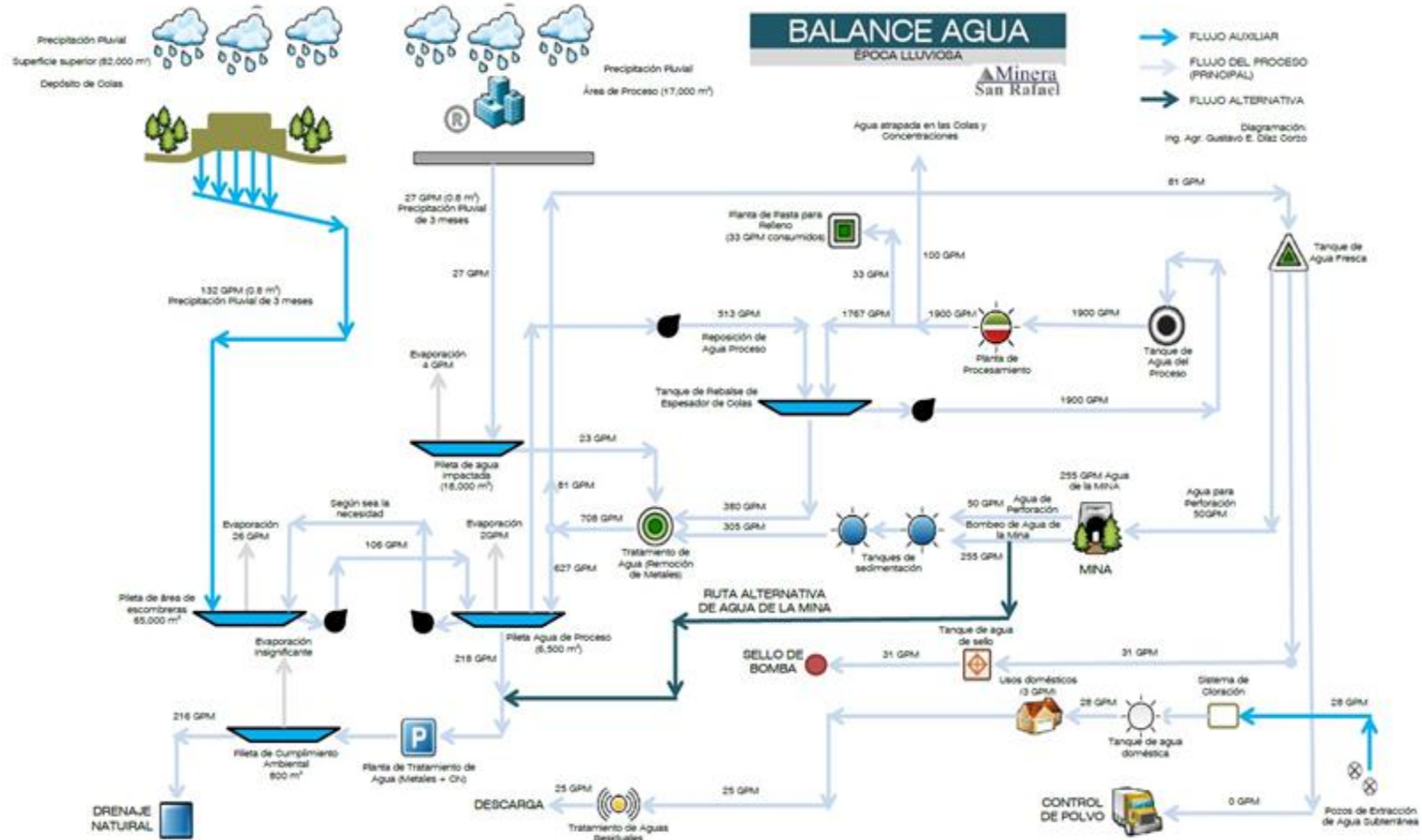


Figura 5.19 Balance General de Agua en la Época Lluviosa



5.7.1.1 Sistema de Agua Doméstico y Sistema de Agua Contra Incendios

Se perforará una batería de dos pozos que producirán 28 gpm tanto en época seca como en la lluviosa. Para cumplir con lo establecido en la Norma COGUANOR NGO 29 001:99, el agua será tratada en un sistema de filtrado y clorinación, lo que asegurará su calidad para usos domésticos y humanos.

El agua proveniente de los pozos mecánicos se conducirá hacia un tanque elevado de almacenamiento ubicado en la cota 1,460, desde donde por gravedad el agua descenderá por medio de un ramal de tubería para alimentar con derivaciones horizontales cada uno de los edificios. Se estimó una ocupación media de 600 personas diarias. Memoria de cálculo del sistema de abastecimiento de agua doméstica y contra incendios en Anexo 11.

Criterios de Diseño

El cálculo y diseño del sistema de abastecimiento de agua fue realizado por el Ing. Mario Roberto Hernández Moran, a continuación se extraen algunos segmentos.

Dotación

- Población de diseño: 600 habitantes
- Dotación: 106 litros/habitante/día

Reserva de agua: Para 1-1/4 días

Caudal de demanda Instantáneo para el complejo de edificios

Determinado por el método de "Roy B. Hunter": $Q = 58.45$ litros/segundo

Presiones mínimas aceptadas

- Servicio normal: 25 psi en el artefacto más alejado y más elevado.
- Servicio contra incendios: 40 psi en el gabinete más alejado

Coeficiente de Hazen Williams

- C: 140 para PVC
- C: 100 para HG

Determinación del consumo diario total: 600 habitantes x 106 litros/habitante/día

Consumo total: 63,600 litros/día

Determinación del volumen de almacenamiento

- Consumo total: 63,600 lt/día x 1.2 = 76,320 lt/día ~ 76 m³/día
- Reserva 30% del consumo medio diario
- Volumen: Consumo más reserva = 76 m³/día + 19.08 m³ = 95.40.2 m³ ~ 95 m³

Volumen: 95 m³ + 10.00 m³ (reserva contra incendios)

Volumen total requerido: 105 m³

Pozos Mecánicos Propios

Las características del pozo serán las siguientes:

- Caudal requerido: para calcular este caudal se determinó un consumo total de 76,317 lt/día. Y un tiempo de bombeo de 12 horas.

$$Q = \frac{76,317}{12*60*3.785} = 28.00 \text{ gpm}$$

- Profundidad estimada: correspondiente al nivel freático.

Tanque de Almacenamiento Elevado (tanque elevado)

Serán dos tanques con un volumen de 47.50 m³ cada uno, más un tanque que incluye la reserva contra incendios de 10 m³. Estarán ubicados en la cota 1,460.

Equipo de Bombeo para Llenado de Tanque Elevado¹

Consistirá de dos bombas centrifugas colocadas en paralelo, que funcionando alternamente deberán proveer un caudal estimado 28 gpm para una altura de 262.89 metros. La potencia estimada es de 10.2 HP para cada bomba. La tubería de alimentación será de 2" PVC.

¹ Nota: El arranque y parada de los equipos de bombeo será automático utilizando electro niveles y Switch de presión adecuadamente situados y calibrados.

Sistema por Gravedad

Con este sistema se alimentaran los edificios; la diferencia de nivel permite obtener presiones adecuadas sin necesidad de utilizar un sistema de bombeo; desde el tanque elevado se derivara un ramal de tubería que alimentara a los edificios. El diámetro de la tubería varía de acuerdo a las unidades Hunter acumuladas por cada edificio y el material será PVC clase 250 psi.

Cálculo de Unidades Hunter para Determinar Caudal

Para calcular el caudal se tomaron como base los datos del siguiente cuadro.

Cuadro 5.18 Unidades Hunter de demanda por artefacto

Artefacto	Unidades Hunter (demanda)
Inodoro de tanque	5
Lava manos	4
Ducha	4
Lavatrastos	3
Mingitorio	3
Pila	2.25
Grifo	2.25

Sistema contra Incendios

El sistema será de tipo “Gabinete con manguera y extinguidor móvil”, de tubería húmeda, con presión mínima constante para detección de flujo y accionamiento automático del sistema de bombeo. La reserva de agua contra incendios estará en el tanque elevado, del cual se proveerá agua a cada uno de los gabinetes por bombeo, ubicándose la correspondiente bomba inmediatamente abajo del tanque elevado. El sistema constará de los siguientes componentes:

Almacenamiento: Esta es una reserva de agua de 10 m³ que deberá permanecer siempre disponible en el tanque elevado, para la eventualidad de un incendio.

Sistema de Bombeo: Consiste en una bomba centrifuga, que debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- Caudal = 1,203 gpm
- Potencia estimada 2 HP para abastecer los primeros edificios

- Altura de bombeo 60 pies
- Un tanque hidroneumático STA-RITE CA-42 de 6 galones

Red de abastecimiento demanda normal: Es una tubería de diferentes diámetros que inicia en el tanque elevado por gravedad, y que proveerán agua a cada uno de los puntos de consumo en cada edificio, en cada derivación deberán dotarse de válvulas de compuerta para controlar a conveniencia el flujo. La tubería de esta red será PVC clase 250 PSI.

Red de Abastecimiento demanda contra Incendios: Será del tipo ramal único de extremos muertos, que iniciando en el tanque elevado con sistema de bombeo remata en cada uno de los gabinetes contra incendio.

Tubería de conducción será de hierro galvanizado, de diferentes diámetros, tipo liviano, no deberá existir ninguna válvula de accionamiento manual entre el tanque y cualquiera de los gabinetes que alimenta, excepto la que controla cada gabinete en particular.

Gabinetes con manguera y extinguidor móvil: En cada edificio se proveerá de varios gabinetes de 100 pies de largo y diámetro de 1 pulgada, con pitón ajustable de tres pasos (chorro directo, neblina y stop), para una presión de servicio de 150 lbs/plg² y extinguidor móvil (de acción manual), con carga de “polvo químico”, para fuegos tipo A, B y C de 20 libras de capacidad mínima.

5.7.1.2 Sistema de Control de Polvo

Durante la época seca, el sistema de control de polvo será alimentado a partir de las aguas residuales ordinarias luego de ser tratadas (25 gpm) y del tanque de agua fresca (9 gpm), dando un total de 34 gpm para el control de polvo.

Durante la época lluviosa no será necesario realizar esta actividad por lo que el agua proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales ordinarias (25 gpm) será descargada al río El Dorado.

Lo anterior se realizará en apego y de acuerdo a los parámetros establecidos en acuerdo gubernamental 236-2006 Reglamento de Aguas Residuales aplicable en

Guatemala y considerando el cumplimiento de los estándares internacionalmente de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, en sus siglas en inglés).

5.7.1.3 Circuito de Agua Fresca

Una parte del agua luego de pasar por el sistema de tratamiento de remoción de metales se almacenará en un tanque de agua fresca ubicado cerca del portal Este, el cual tiene una capacidad de 200,000 galones.

En la época seca, 90 gpm se enviarán al tanque de agua fresca, desde aquí se distribuirá al sistema de agua de perforación de la mina (50 gpm), al sistema de agua de sello (31 gpm) y sistema de control de polvo (9 gpm).

Ya en la época lluviosa, únicamente se enviarán 81 gpm al tanque de agua fresca para usarse 50 gpm en el sistema de agua de perforación de la mina y 31 gpm para el sistema de agua de sello.

5.7.1.4 Sistema de Agua para la Perforación Minera

Del tanque de agua fresca, se distribuirán 50 gpm de agua tanto en época seca como en la lluviosa para el sistema de minado subterráneo, los cuales se emplearán en la maquinaria y en las actividades de perforación de los portales, túneles y galerías subterráneas.

El agua de las bombas de achique (255 gpm) junto con el agua residual de la perforación (50 gpm), se enviará a tanques de sedimentación y luego será tratada para remoción de metales, junto con el agua del proceso y el agua proveniente de la pileta de agua impactada. Del agua tratada, una parte será enviada al tanque de agua fresca y el resto se depositará en la pileta de agua de proceso.

5.7.1.5 Sistema de Agua de Sellos

El agua de sellos tiene este nombre porque crea un sello de agua que no permite la entrada de aire en los equipos.

A partir del tanque de agua fresca, se conducirá agua a un tanque de agua para las bombas de los equipos electromecánicos. Este tanque será alimentado con un flujo, de 31 gpm tanto en época seca como lluviosa.

5.7.1.6 Sistema de Agua de Proceso

Durante la puesta en marcha del proceso, el agua se obtendrá de las bombas de achique y si fuera necesario se podría usar agua de la batería de pozos de producción. Posteriormente, el agua de proceso se obtendrá a partir de la recirculación y captura de los efluentes de otros sistemas en el circuito de aguas de proceso y a partir de los escurrimientos naturales que han tenido contacto con los apilamientos de escombros y/o de las colas secas.

Durante la época seca no se prevé que se almacene agua proveniente de los escurrimientos naturales, por lo que no se considera que la pileta del área de colas y la pileta de agua impactada contribuyan al sistema de recirculación de agua. El agua proveniente de la mina subterránea (305 gpm) como del tanque de rebalse del espesador de colas (380 gpm), pasará por un proceso de remoción de metales. Luego del sistema de remoción de metales, 595 gpm serán almacenados en la pileta de agua de proceso y 90 gpm se depositarán en el tanque de agua fresca.

En la época lluviosa, 23 gpm serán almacenados en la pileta de agua impactada los que recibirán el tratamiento de remoción de metales junto con el agua de la mina subterránea (305 gpm) y agua del tanque de rebalse del espesador de colas (380 gpm). Luego del tratamiento, 627 gpm se almacenaran en la pileta de agua de proceso y 81 gpm se enviarán al tanque de agua fresca.

La planta de proceso requerirá de 1,900 gpm de agua, de los cuales 1,767 gpm serán recirculados, ya que 100 gpm de agua quedarán atrapados en los concentrados y colas y 33 gpm se usarán en la planta de pasta de relleno. Tanto en época seca como en la lluviosa será necesario reponer 513 gpm de agua, la cual provendrá de la pileta de agua de proceso. El contenido de metales en el agua es muy importante para las condiciones del proceso de flotación, por lo que el agua de reposición ya habrá sido tratada previamente. Tanto el agua de reposición como el agua de recircularán se depositarán en el tanque de rebalse de colas, desde donde se distribuirá para la planta de proceso (1,900 gpm) y el remanente se enviará a tratamiento de remoción de metales (380 gpm).

Un excedente de agua de la pileta de agua de proceso será tratado para la remoción de metales y cianuro y pasará a la pileta de cumplimiento ambiental donde se verificará que cumpla con las normas del decreto 236-2006, previo a ser descargada al drenaje natural. La cantidad de agua a ser descargada será de 81 gpm para la época seca y 218 gpm para la época lluviosa.

5.7.2 Drenajes de Aguas Servidas y Pluviales

Las aguas residuales del Proyecto, de acuerdo a las descripciones anteriores se clasifican cómo:

- Aguas Residuales Ordinarias: Son las aguas negras y grises provenientes de los sanitarios, lavamanos y regaderas, las que serán tratadas para riego de caminos, control de polvo y/o irrigación de áreas.
- Aguas Residuales Especiales: Aguas industriales y con trazas de metales, metales pesados y/o cianuro, las cuales serán tratadas y recirculadas en el proceso.
- Aguas Residuales Peligrosas: Son aquellas que por tener contacto con o en dilución: Hidrocarburos, solventes y/o químicos de uso comercial (no industrial) en áreas auxiliares. Estas aguas y los lodos, compañías autorizadas serán las responsables de su manejo, transporte, reciclaje o confinamiento.

5.7.3 Generación y Manejo de Aguas Residuales Ordinarias

El consumo de agua será de 28 gpm para las áreas de baños y regaderas. Partiendo del cálculo estandarizado de que, del 100% del consumo de agua, se genera un 90% de aguas residuales ordinarias, se ha estimado un caudal de 36,000 galones por día o 25 gpm hacia la planta de tratamiento de aguas negras y grises.

Las aguas negras se compondrán de los residuos líquidos del sistema sanitario y las aguas grises se compondrán solamente de aguas jabonosas provenientes de lavamanos y duchas. Las aguas residuales ordinarias se canalizarán por medio de tuberías, y por medio de gravedad o bombas y serán distribuidas desde su punto de generación que contendrá un sistema de drenaje separativo, hasta al colector común

que llega a la Planta de Tratamiento de Drenaje. Las áreas donde se generarán las aguas residuales son:

- Área de reactivos,
- Molienda y clasificación,
- Flotación,
- Edificios administrativos,
- Vestidores,
- Almacén,
- Edificio de filtrado de colas,
- Edificio de filtrado de concentrado,
- Laboratorio,
- Edificio de trituradora primaria,
- Taller y lavado de camiones, y
- Áreas de vivienda para personal permanente.

En cuanto a la legislación sobre el uso de agua aplicable en Guatemala, la Ley de Minería establece que el titular del derecho minero puede hacer uso y aprovechar racionalmente las aguas, si lo anterior no afecta el ejercicio permanente de otros derechos, y establece a su vez que, quien haga uso del agua en sus operaciones mineras, deberá, al vértela, evitar la contaminación del medio, a través del tratamiento adecuado para el efluente.

Durante la fase de construcción y hasta que el sistema sanitario opere, las empresas constructoras harán uso de sanitarios portátiles, en una relación de 8 trabajadores por unidad móvil y con un contrato de recolección semanal, o manteniendo esta misma relación, con mayor número de recolecciones durante la semana si la cantidad de sanitarios se reduce.

Criterios de Diseño

- Los diámetros de tubería se calcularon con base a los caudales calculados por medio del método “Unidades de descarga de Roy B. Hunter”, el cual asigna un peso de descarga (unidades Hunter) a los diferentes artefactos sanitarios.
- La pendiente mínima de la tubería será de 1%.
- El material de la tubería será:
 - PVC 160 PSI, cuando este dentro del área construida.
 - PVC norma 3034, cuando este fuera del área construida.

Bajadas de Agua Negra

Serán tuberías de PVC clase 160 PSI (SDR 26), que se proyectaran a lo largo de toda la altura del edificio dentro de ductos, recibiendo el efluente de los artefactos en los diferentes niveles. Para calcular las unidades Hunter, se toma como base los siguientes datos.

Cuadro 5.19 Unidades Hunter de descarga por artefacto

Artefacto	Unidades Hunter (demanda)
Inodoro de fluxómetro	8
Inodoro de tanque	4
Lavamanos privado	2
Lavamanos público	2
Ducha	2
Artesa	3
Lavatrastos Privado	2
Lavatrastos público	2
Orinal de Fluxómetro	8
DW	2
Pila	2
Lavadora	2

El diámetro de las bajadas varía conforme a las unidades Hunter acumuladas por nivel, y el diámetro de la tubería se selecciona de acuerdo con la capacidad indicada en el siguiente cuadro:

Cuadro 5.20 Diámetro de tuberías según las Unidades Hunter

Capacidad de tuberías en unidades Hunter	
0	Verticales (BAN)
3"	60*
4"	500
6"	1900
8"	3000

* No se permiten más de 6 inodoros, lo cual obliga a subir el diámetro a 4" aunque las unidades Hunter no lo demanden.

Ventilaciones

Estas son tuberías que tienen como propósito mantener dentro de la red de aguas servidas variaciones de presión mínimas respecto a la presión atmosférica, evitando así la pérdida del sello hidráulico en los sifones de los diferentes artefactos, fundamentalmente son dos tipos:

Montante de Ventilación

Es una tubería vertical que se desplaza paralelamente a la bajada de agua servida sin variación de su diámetro, conectándose a dicha bajada en sus dos extremos, y al mismo tiempo recibiendo en cada piso la conexión del ramal de ventilación horizontal correspondiente a cada batería de artefactos sanitarios. El “Montante de ventilación” cumple la función de proteger los sifones de los artefactos por eventual vacío o sobrepresión causado por el caudal acumulado en la bajada de aguas servidas.

Ventilación para evitar el Autosifonamiento

Cada batería de artefactos sanitarios además de su red de drenaje, contará con otra red de tuberías que hará la función de ventilación para evitar la pérdida del sello hidráulico en los sifones por el flujo de agua causado por ellos mismos (autosifonamiento); esta red de ventilación debe ir en el techo del nivel que sirve.

Si se coloca en el piso corre el riesgo de taponarse al servir como vía alterna para el drenaje al momento de generarse una obstrucción en dicho drenaje; por lo cual cualquier ramal horizontal de ventilación debe estar arriba de 0.90 metros medidos a partir del nivel del piso terminado, que es el nivel de rebalse del artefacto más elevado (lavamanos). El criterio que se empleó para el diseño es el llamado “ventilación húmeda”, que consiste en dimensionar los ramales horizontales del drenaje para dejar espacio en la media sección superior de la tubería que permita la libre circulación del aire, cuando busque igualarse a la presión atmosférica. Toda la tubería de ventilación será también PVC clase 160 psi (SDR 26).

Red Colectora de Agua Servida

Será tal que como su nombre lo indica, recibirá el afluente proveniente de los artefactos sanitarios por medio de bajadas y ramales horizontales de cada piso. El material de la red colectora será PVC norma 3034 y pendiente mínima de 1%.

Cuadro 5.21 Tamaño de Ramales y Bajantes

Diámetro (pulgadas)	Unidades de Descarga	
	Por Ramal	Por Bajante
1 ¼	1	2
1 ½	3	4
2	6	10
3	32	48
4	160	240
5	360	540
6	640	960
8	1200	2240
10	1800	3780

5.7.3.1 Tratamiento de Aguas Residuales Ordinarias

Habiendo determinado, a partir del origen de las aguas residuales el caudal necesario para tratamiento, y teniendo en mente el reuso de estas aguas en el Proyecto, se ha consultado la legislación guatemalteca e internacional para determinar el posible tratamiento de este tipo de aguas residuales.

Ya que en el área existe un acuífero somero, los sistemas sépticos y de campos de absorción/infiltración se han considerado como poco adecuados. El sistema de tratamiento de aguas residuales estará diseñado para que no exista una descarga de las aguas sin tratamiento y que no cumplan con los parámetros de calidad de agua autorizados por la legislación nacional.

A partir de la estimación de 25 gpm de aguas residuales ordinarias generadas durante la etapa de operación del Proyecto, y con la asesoría de la Compañía Ambiotec S. A., certificada en Guatemala para ofertar ingeniería, instalación, puesta en marcha y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas, se están evaluando los siguientes sistemas de tratamiento para las aguas de tipo ordinario que se generarán durante la operación. A continuación se describen algunos detalles sobre cada tipo:

Sistema de Tratamiento por Filtros Percoladores

Este sistema, que incluye linealmente y de manera esquemática: Un tratamiento primario, una estación de bombeo o tanque de igualación, un tratamiento secundario,

filtros percoladores, clarificador, digestores de lodo, tratamiento terciario y desinfección, se ofertará al proyecto con los siguientes paquetes:

- Tratamiento Primario: Mecánico a partir de rejillas, desarenadores y/o tanques de sedimentación, aeróbico e inodoro.
- Estación de Bombeo: Para garantizar un flujo continuo al filtro percolador
- Tratamiento Secundario: Aeróbico y Biológico, ayudado por microorganismos tales como hongos, bacterias, protozoos, rotíferos, etc.
- Filtro percolador: Medio de soporte al que se le irriga en la parte superior el agua residual para formar una película de biomasa activa que descompone la materia orgánica del agua, y en su parte inferior colecta y desaloja el agua tratada y la biomasa que se acumula y se desprende.
- Clarificador: Segrega el agua tratada y la biomasa inactiva que se desprende del filtro percolador.
- Digestor de lodo: Para despojar del exceso de agua y reducir el volumen de los lodos provenientes del clarificador. Dependiendo de la calidad de agua residual, podría optarse por secar los lodos en patio y de cumplir con la legislación aplicable, se reutilizarán como producto orgánico fertilizante.
- Tratamiento Terciario: Para remoción de nitratos y fosfatos y para aclarar el efluente, otorgándole una calidad de agua de riego en áreas recreativas, cultivos comestibles, pastos y otros.
- Desinfección: Para eliminar los organismos patógenos a través de reactores UV, ozonificadores, cloro/carbón activado, humedales.

Las principales ventajas de este sistema de tratamiento se presentan en el Cuadro 5.22.

Cuadro 5.22 Ventajas del sistema de tratamiento por Filtros Percoladores

Característica	Valoración
Tamaño	Compacto. Mínima extensión de tierra. Alta capacidad hidráulica. Fácil crecimiento modular.
Estabilidad ante sobrecargas del sistema	Buena
Vida útil de componentes	Componentes duraderos y resistentes a la toxicidad
Consumo de Energía	Reducido, sistema más económico para degradar material orgánico
Tiempo de arranque	El más corto en comparación con otros sistemas
Personal y Mantenimiento	Requisitos mínimos y sin supervisión permanente

Sistema de Tratamiento con Bio-reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente

Este sistema, incluye linealmente y de manera esquemática: Caja de unificación, canal con rejilla para sólidos, sedimentador primario, filtro anaeróbico con medios para soporte de biomasa y caja para toma de muestra, deberá contar con suficiente material bacteriano anaeróbico para asegurar su funcionamiento y deberá considerar el mantenimiento y la inspección periódica respecto del nivel de los lodos. Las principales ventajas de este sistema de tratamiento se presentan en el Cuadro 5.23.

Cuadro 5.23 Ventajas del sistema de tratamiento por Filtros Percoladores

Característica	Valoración
Tamaño	Compacto. Mínima extensión de tierra. Alta capacidad hidráulica. Fácil crecimiento modular.
Estabilidad ante sobrecargas del sistema	Buena. Mala ante residuos sólidos en el afluente
Vida útil de componentes	Componentes duraderos y resistentes a la toxicidad
Consumo de Energía	Mínimo, sistema más económico para degradar material orgánico
Tiempo de arranque	El más corto en comparación con otros sistemas
Personal y Mantenimiento	Requisitos mínimos y sin supervisión permanente

Sistema de Tratamiento con Biodiscos

La planta de tratamiento de agua residual de tipo ordinaria usará Biodiscos y procesos biológicos naturales para producir un efluente que cumple con los estándares de descarga secundarios y terciarios. Los discos de polietileno de alta densidad trabajan rotando dentro y fuera del agua residual. Naturalmente se promueve el crecimiento bacteriano en los discos y convierte los residuos orgánicos y amonio en agua, dióxido de carbono y nitrógeno. El biodisco utiliza fases separadas donde un amplio rango de diferentes bacterias florece.

Esta extensiva biodiversidad, aunada con una óptima transferencia de oxígeno a partir de la rotación del RBC, resulta en una excelente calidad del efluente y en la baja generación de lodos.

El proceso de tratamiento primario incluye: Asentamiento primario y digestión de sólidos, remoción de materia orgánica (DBO); reducción de Sólidos Suspendidos Totales (TSS); remoción de amonio, y reducción de fósforo (P); y reciclaje de bio-

sólidos a partir del tanque final de asentamiento. El proceso de tratamiento se resume de la siguiente manera:

- El agua residual ordinaria es bombeada de los puntos de generación directamente al clarificador primario, el cual contiene los biodiscos.
- El agua residual fluye por gravedad hacia los biodiscos.
- Los biodiscos se designan para tratar el agua residual en cuatro etapas.
- Al siguiente tratamiento, el agua residual fluye hacia el clarificador final que también está contenido en la unidad.
- Antes de ser descargada a la superficie, un sistema de desinfección Ultra-Violeta, también en la unidad, asegura que no hay bacterias remanentes en el efluente de descarga.
- Un panel de control en el sistema monitorea el proceso.

5.7.3.2 Descarga y Monitoreo de Aguas Residuales Ordinarias

Descarga de Aguas

Legalmente y de acuerdo con el artículo 97 del Código de Salud (Decreto 90-97) vigente, se prohíben las descargas de aguas de origen doméstico o industrial sin tratamiento y remite a las autoridades (Ministerio de Salud, la Comisión Nacional del Medio Ambiente hoy Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, y al Consejo Municipal de la jurisdicción municipal correspondiente) la facultad de autorizar los resultados del agua tras el tratamiento.

El Acuerdo Gubernativo 236-2006 determina las características y requisitos mínimos, así como los máximos permisibles para la descarga de aguas al medio y para reúsos. De acuerdo a esto, las aguas tratadas podrán descargarse o reusarse, si cumplen con los parámetros presentados en los Cuadros 5.24 y 5.25.

Cuadro 5.24 Requisitos del agua para descarga en cuerpos receptores para entes generadores nuevos

Parámetros	Dimensionales	Límites máximos permisibles
Temperatura	°C	TCR +/- 7
Grasas y aceites	mg/Lt	10
Materia flotante	Ausencia/presencia	Ausente
Sólidos suspendidos	mg/Lt	100
Nitrógeno total	mg/Lt	20
Fósforo total	mg/Lt	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien ml	$< 1 \times 10^4$
Arsénico	mg/Lt	0.1
Cadmio	mg/Lt	0.1
Cianuro total	mg/Lt	1
Cobre	mg/Lt	3
Cromo hexavalente	mg/Lt	0.1
Mercurio	mg/Lt	0.01
Níquel	mg/Lt	2
Plomo	mg/Lt	0.4
Zinc	mg/Lt	10
Color	Unidades platino cobalto	500

TCR: Temperatura del cuerpo receptor, en grados Celsius. Artículo 21, Acuerdo 236-2006.

Cuadro 5.25 Requisitos del agua para reúso

Tipo de Uso	DBO (mg/Lt)	Coliformes (No. más probable/100 ml)
Agricultura	NA	NA
Cultivos comestibles	NA	$< 2 \times 10^2$
Acuicultura	200	NA
Pastos, fibras, semillas y otras	NA	$< 1 \times 10^3$
Recreacional (con o sin contacto humano)	200	$< 1 \times 10^3$

El proyecto no tiene considerado la descarga directa de agua residual de tipo ordinario sin tratamiento en cuerpos de agua, por tal motivo, el circuito de agua cruda se mantiene cerrado en este sentido. Sin embargo, el circuito de agua de proceso y su sistema de estabilización (pileta o tanque de agua de proceso), si han considerado el tratamiento y el vertido de los excedentes de agua del mismo circuito. Estas descargas deberán ajustarse al estándar de la EPA (Norte América) y al Acuerdo Gubernativo 236-2006.

Monitoreo de Aguas

Desde el desarrollo de los estudios de línea base se han desarrollado caracterizaciones y análisis de los elementos del sistema físico y biótico, como parte de un programa de monitoreo de los recursos ambientales. Durante el desarrollo de la etapa constructiva y con principal atención durante la etapa de operaciones, se mantendrán las mismas estaciones de monitoreo para calidad de aguas superficiales y subterráneas. La periodicidad es mensual y podrá extenderse a bimestral si los resultados son consistentes entre las muestras de un año; de la misma manera, podrá aumentarse la periodicidad con la aparición de parámetros fuera de norma de manera consecutiva. Estos registros se mantendrán para reporte y consulta de las autoridades cuando sea necesario.

Las descargas de las tres plantas de tratamiento consideradas en el proyecto, tendrán muestreos periódicos programados (aún no se define la periodicidad), así como también los principales puntos generadores de aguas residuales. De esta manera se podrá tener un mejor control sobre el rendimiento de las plantas y se podrán tomar decisiones, en tiempo y forma, respecto a la necesidad de ajustes en el tratamiento.

Monitoreo de Lodos

Los lodos producidos como consecuencia del tratamiento de las aguas residuales serán manejados adecuadamente. Los lodos serán monitoreados periódicamente en cumplimiento al Acuerdo Gubernativo 236-2006.

Los lodos serán muestreados cada vez que se realice una descarga o limpieza en la planta de tratamiento, tomándose como mínimo dos muestras de lodo al año. Los lodos serán descargados, se pondrán a secar con cal para estabilizarse y luego serán descargados al suelo como abono si cumplen con los parámetros del AG 236-2006, presentados en el Cuadro 5-26. Para aplicación de los lodos al suelo como abono, se permite disponer hasta cien mil kilogramos por hectárea por año.

Cuadro 5.26 Requisitos del lodo para descarga en el suelo

Disposición final	Dimensionales	Aplicación al suelo
Arsénico	mg por kg de materia seca a 104°C	50
Cadmio	mg por kg de materia seca a 104 °C	50
Cromo	mg por kg de materia seca a 104°C	1500
Mercurio	mg por kg de materia seca a 104 °C	25
Plomo	mg por kg de materia seca a 104 °C	500

Artículo 42, del Acuerdo 236-2006

5.7.3.3 Manejo de Aguas Pluviales

Para el diseño del sistema de drenajes de aguas pluviales del Proyecto se usó el Reglamento para el Diseño y Construcción de Drenajes de la Dirección de Drenajes de la Municipalidad de Guatemala, del año 1964. Adicionalmente se consideró el Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, del 11 de mayo de 2006 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. En los planos 63/69, 64/69, 65/69, 66/69 y 67/69 del Anexo 4, se muestra la propuesta de distribución de flujos, la ubicación del dimensionamiento de canales y alcantarillas y las secciones tipo y detalles de las cunetas, respectivamente.

Las áreas de almacenamiento de mineral, roca estéril, suelo y caminos de acceso estarán protegidas de la escorrentía a través de cunetas, zanjas, drenajes, alcantarillas y canales de desvío apropiados.

Las cunetas se dividen en cunetas viales, cunetas interceptoras y cunetas de drenaje, dependiendo de la circunstancia y el propósito de su uso. Su dimensionamiento queda definido dependiendo de la cuneta-tipo asignada según el caudal que se deba manejar. En el caso de las alcantarillas, se usarán de sección rectangular en concreto para la quebrada Escobal y circulares en concreto o metálicas para las otras áreas.

Al llover, el sistema llevará la escorrentía superficial lejos de las áreas críticas hacia un drenaje central común. El agua pluvial que caiga gradiente arriba de las instalaciones mineras, será canalizada antes de que tenga contacto con las áreas de almacenamiento de rocas y colas. El agua recolectada en estos canales fluirá a una tubería sólida en el drenaje central común.

El área de tanques de almacenamiento de combustibles, contará con dique de contención de posibles derrames de hidrocarburos. El agua de lluvia que cae dentro

de este dique pasará, previo a su descarga, por un sistema separador tipo API para separar posibles trazas de hidrocarburos que pueda llevar el agua pluvial.

Drenaje Central

Se construirá un drenaje central común en el valle natural existente debajo del depósito de colas y escombrera. El drenaje consistirá en dos (2) tubos separados para segregar los flujos. La escorrentía se conducirá por un tubo sólido desde arriba de la superficie a través del depósito de colas y escombrera, donde desembocará en un drenaje natural. El segundo tubo será perforado y coleccionará la infiltración y la escorrentía.

Los tubos se construirán lado a lado sobre un revestimiento de polietileno de alta densidad y se cubrirán con una capa de material de drenaje limpio y una capa de geotextil. Las colas y los escombros se colocarán sobre el drenaje.

A un punto de la pendiente desde el arranque del contrafuerte, el tubo perforado se convertirá en un tubo sólido que llegará a la pileta de agua del depósito de colas y escombrera. La parte sólida del tubo también penetrará el arranque de contrafuerte y alimentará el drenaje natural.

Al cierre, los drenajes centrales se dejarán en su lugar, y la tubería de escorrentía continuará su funcionamiento indefinidamente.

Manejo de Esguerrimiento Superficial

El agua pluvial que caiga sobre la pendiente se capturará por canales de control de corrientes, construidos sobre la superficie activa del depósito de colas. Los canales correrán desde las crestas naturales externas por cualquiera de los lados del depósito de colas bajando hacia adentro del valle y el drenaje central. El agua coleccionada en estos canales desembocará en el tubo sólido en el drenaje central común.

A medida que la superficie del depósito de colas aumente, conforme la vida útil de la mina, se construirán nuevos canales de control de corrientes sobre el nuevo nivel funcional y el tubo central de drenaje sólido será extendido a los nuevos canales. Una vez hecha la nueva conexión, los canales inferiores abandonados se llenarán con material de drenaje para coleccionar infiltraciones desde adentro del depósito de colas, a medida que los niveles de las colas aumenten para cubrirlos.

Al cierre, los últimos canales de control de escurrimiento y los tubos sólidos adentro del depósito de colas quedarán en su lugar y no debería requerirse mayor mantenimiento.

Manejo de Escorrentía

El agua pluvial que caiga en la superficie externa de la pileta de agua del área de depósito de colas y escombros, se dirigirá al área de drenaje central a través de la nivelación de la superficie externa. En caso de lluvia fuerte o cuando haya actividades de construcción o programas de colocación de material que prevengan al agua de la superficie alcanzar el drenaje, se construirán sumideros temporales para capturar el agua y se usarán bombas portátiles para transferir el agua al drenaje.

La escorrentía que entre en el drenaje central fluirá a través del tubo perforado y a lo largo de su alineamiento a través del material del drenaje y terminará en el depósito de colas y escombrera.

Al cierre, después de que la superficie haya sido cubierta con suelo y vegetada, el agua meteórica se dirigirá al tubo de corriente y fluirá a través de la estructura a un drenaje natural.

5.7.3.4 Generación y Manejo de Aguas Residuales Especiales

Se estima que se generarán 380 gpm de agua del proceso, las cuales serán captadas por medio de tuberías y ya sea por gravedad o bombas, serán transportadas desde su punto de generación hasta la pileta de agua de proceso. Esta agua se mantendrá en constante circulación desde la pileta de agua de proceso por lo que previamente pasarán por un sistema de tratamiento para remoción de metales.

El agua proveniente de la mina subterránea (255 gpm) así como el agua almacenada durante la época lluviosa en la pileta de agua impactada (23 gpm), recibirán un tratamiento de remoción de metales previo a ser almacenadas en la Pileta de Agua de Proceso, desde donde será recirculada al proceso. En caso sea necesario descargar el agua, esta recibirá un tratamiento adicional previo a monitorearse en la pileta de

cumplimiento ambiental y si cumple con las normas de descargas, entonces serán descargadas al drenaje natural.

5.7.3.5 Tratamiento del Agua Residual Especial

Planta de Tratamiento de Agua de Mina – Pileta de Agua de Proceso

Los requerimientos para la Planta de Tratamiento de Agua de la Mina (PTAM), que se utilizará principalmente para tratar el agua colectada en la Pileta de Aguas de Proceso, incluye la remoción de los Sólidos Suspendedos Totales (SST), el cobre y el zinc. Los SST se estiman en 450 mg/l y el Cobre y el Zinc se estiman cada uno en 5 mg/l reduciéndose estos metales a valores menores 1 mg/l. El flujo aproximado a tratar será de 685 gpm en época seca y 708 gpm en época lluviosa.

La PTAM de la Pileta de agua de Proceso deberá incluir un sistema de tanques reactores de mezcla y coagulantes de hierro. La remoción de SST se logra en un Clarificador Actiflo™. La precipitación del hierro se obtiene mediante la adición de un polímero que permite la formación de partículas sólidas grandes que pueden precipitar formando un lodo ferroso. Posteriormente se agrega un sulfuro llamado Hydrex™ que permite una remoción de niveles bajos de metales. Los SST y los metales precipitan formando un lodo residual ferroso.

Una porción de este lodo se recicla de nuevo en los Tanques de Reacción lo que induce a la coprecipitación del cobre y el zinc con los hidróxidos de hierro. El lodo restante es enviado al espesador de colas para ser desecado y posteriormente agregado al relleno de pasta. Un resumen de la calidad del agua se presenta en el Cuadro 5.27.

Cuadro 5.27 Calidad de agua para época seca

Parámetro	Flujo de la Pileta	Agua Tratada
Flujo	685 gpm	685 gpm, 20 gpm lodos
SST	450 mg/l	< 20 mg/l
SDT	350 mg/l	~400 mg/l
Cobre	5 mg/l	< 1 mg/l
Zinc	5 mg/l	< 1 mg/l

Planta de Tratamiento de Agua de Mina para Descarga en Drenaje Natural

Los requerimientos de la Planta de Tratamiento de Aguas de Mina para Descarga a Cuerpos Naturales involucra la remoción de sólidos suspendidos totales (SST), metales de bajo nivel y la eliminación de cianuro. El flujo que sería tratado es aproximadamente de 218 gpm en época lluviosa y 81 gpm en época seca.

El tratamiento para descargas al ambiente es similar al Tratamiento de la Pileta de Proceso, con la adición de destructores de cianuro. Un Tanque de Reacción preliminar recibe el agua de la Pileta de Procesos. Se utiliza ácido y sosa cáustica para controlar el pH del agua. Para destruir cualquier remante de cianuro, se adiciona peróxido de hidrógeno con sulfato de cobre (catalizador) al agua de proceso.

El tratamiento restante incluye Tanques de Reacción de mezcla y químicos coagulantes de hierro. La remoción de SST se logra en un Clarificador Actiflo™. Se alimenta un polímero hacia el tanque de maduración en el clarificador, lo cual permite que los metales coagulados formen sólidos más grandes que puedan sedimentar. Se alimenta un químico de sulfuro llamado Hydrex™ para obtener la remoción de niveles bajos de metales. El efluente de la planta de tratamiento cumplirá con los valores de la guía del IFC de diciembre 2007 y que se indican en el capítulo 6.

Los SST y los metales son removidos por medio de los lodos precipitados. Una porción de este lodo se recicla de nuevo a los Tanques de Reacción para permitir la precipitación de los hidróxidos de hierro con el cobre y el zinc. El lodo remanente se envía a los espesadores de colas para descárgalos junto con el relleno de pasta.

5.7.4 Energía Eléctrica

Para poder suministrar energía eléctrica al Proyecto, se construirá previamente una subestación eléctrica en el área del Proyecto denominada Subestación Escobal y una línea de transmisión en 69kV desde la Subestación eléctrica de San Rafael propiedad de la Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica a la Subestación Escobal, con una longitud aproximada de 5.5 km. La línea se construirá utilizando el derecho de vía de la carretera y está proyectada con estructuras auto soportadas de acuerdo al vano y al peso del cable. El sistema es un sistema trifásico con una frecuencia de 60Hz.

La subestación eléctrica de Escobal, propiedad de la empresa, servirá para desarrollar las obras requeridas para las líneas de distribución y suministro de energía eléctrica hacia las diferentes áreas requeridas por el Proyecto. La subestación y línea de transmisión fueron presentados el 4 de marzo de 2011 recibido como expediente EIA 062-11, ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales en el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto Línea de Transmisión de Energía Eléctrica (69 kV) que unirá la Subestaciones San Rafael Las Flores y El Escobal. Este estudio se encuentra actualmente en evaluación.

La subestación Escobal se divide en: Entrada en 69kV con sus protecciones, centro de transformación de 69kV a 13.8kV, salida en 13.8kV con sus protecciones y banco de capacitores en 69kV.

La entrada de 69 kV consiste en un pórtico de estructura metálica con un seccionador tipo cuchilla con apertura sin carga, juego de pararrayos tipo subestación para la tensión indicada, juego de barras principales en 69kV, interruptor de 69 kV.

El centro de transformación consiste en un transformador trifásico con voltaje primario de 69kV, voltaje secundario de 13.8kV, tipo subestación para exterior, sumergido en aceite mineral libre de PCB's con enfriamiento natural y forzado. La conexión del lado primario es en delta y la conexión del lado secundario es en estrella aterrizada por medio de una resistencia limitadora. Habrá un transformador de reserva de las mismas características al descrito arriba, conectado y listo para entrar en operación en cualquier momento por alguna emergencia.

Para compensar potencia reactiva y para regulación de voltaje se contará con un banco de capacitores conectado a la barra principal en 69kV; este conjunto contará con sus protecciones necesarias y se conectará a la barra por medio de un interruptor de potencia.

La salida del centro de transformación, lado secundario 13.8kV, consistirá en un panel de distribución en media tensión, "switchgear", con sus protecciones necesarias tales como interruptores, relés de protección, transformadores de corriente y de potencial para cada salida prevista, 8 en total. Desde este panel se distribuirá a todas las áreas que necesitan suministro eléctrico dentro de la planta y mina subterránea.

La distribución interna de energía eléctrica en 13.8kV se hará por medio de líneas aéreas en postes de concreto con altura de acuerdo las necesidades, cable ACSR 477

MCM o según requerimiento de la carga. Esta distribución llegará a los transformadores secundarios instalados en las diferentes áreas para su utilización.

Los transformadores secundarios serán del tipo “PadMounted” sumergido en aceite mineral libre de PCB's o del tipo seco de capacidad adecuada a la carga a alimentar. Estos transformadores convertirán el voltaje de suministro de 13.8kV a 480V para alimentar los centros de control de motores, paneles de iluminación, tomacorrientes en 480V, compresores, máquinas de soldar, etc. Los centros de transformación secundaria contarán con equipos de protección necesaria para resguardar al personal, al ambiente que los rodea y a los bienes de la empresa.

En las áreas de proceso la alimentación principal será en 480V, sistema trifásico y se contará con centros de control de motores o “CCM” para alimentar a cada motor y contarán con sus protecciones respectivas tanto de corriente como de voltaje.

En las áreas de oficinas administrativas, de ingeniería y edificios auxiliares, la alimentación principal será 120-240V, trifásico o monofásico según sea el caso.

En el área de transformadores sumergidos en aceite se contará con un área de contención de capacidad superior al volumen de aceite almacenado en el transformador.

5.7.5 Vías de Acceso

Se puede acceder al Proyecto, desde la ciudad capital a través de dos rutas:

- a) La RD 13 que conduce de Fraijanes hacia el departamento de Santa Rosa, en donde se toma la RD 03 pasando por Nueva Santa Rosa y Casillas, hasta llegar al municipio de San Rafael Las Flores, y
- b) La RN 02 comunica la Ciudad de Guatemala con el municipio de Barberena, Santa Rosa; aquí se debe conducir hacia la RD 03 hasta llegar al municipio de San Rafael Las Flores, pasando por Nueva Santa Rosa y Casillas.

Se habilitará un camino principal de terracería y la instalación de una garita de vigilancia temporal y una permanente hacia el final de la etapa de construcción. Con la disponibilidad de agregados, se ha considerado la pavimentación del acceso principal en una etapa más avanzada durante la operación del Proyecto. En su inicio,

la preparación del camino incluirá la remoción de la vegetación en los extremos de la ampliación, la colocación de materiales para compactar y la construcción de cunetas para la captación y el desvío de aguas.

La garita que se ubicará en el acceso principal tendrá 81 m² y poseerá una báscula para pesado de camiones.

5.7.6 Transporte Público

5.7.6.1 Movilización de Equipo e Insumos

Tanto la movilización del equipo como de los insumos se realizará siguiendo el reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores y sus combinaciones (Acuerdo Gubernativo 1084-92).

La Empresa verificará que todo el movimiento realizado por los contratistas cuente con los controles requeridos para asegurar un movimiento seguro de equipo e insumos fuera del Proyecto. Se contará con un procedimiento de operación seguro para el movimiento del equipo, el cual incluye identificar las áreas de riesgos y medidas apropiadas para minimizarlos, para que sea puesto en práctica por los contratistas. Con esto se pretende prevenir y/o mitigar los posibles impactos.

5.7.6.2 Equipos y Vehículos de la Empresa

Para el trabajo de la mina subterránea y dentro del área del Proyecto, se hará uso de equipo pesado y vehículos livianos. Estos tendrán un mantenimiento habitual para minimizar los efectos de las emisiones. El proceso de mantenimiento también generará material de desecho al cual se le dará un manejo y disposición apropiada.

Todo equipo, incluyendo pesado, será inspeccionado minuciosamente; se hará cambios periódicos de aceite, lubricantes y otros fluidos, y todos los defectos serán reparados. Con esto se reducirá el tiempo de no funcionamiento del equipo a un mínimo, se protegerá el medio ambiente de las emisiones al aire y de posibles derrames de aceite y otros ocasionados por fugas y/o derrames y se asegurará el funcionamiento seguro de todo el equipo en el sitio.

Habrán un Gerente de Mantenimiento y supervisores de mantenimiento quienes tendrán la responsabilidad de implementar todas las medidas correctivas relacionadas con el equipo con respecto a la seguridad y al ambiente. Su labor también incluirá mantener un inventario adecuado de equipos y vehículos.

5.7.6.3 Transporte de Empleados

Se contratarán 6 buses para el transporte de los empleados, los cuales tendrán diferentes rutas. Adicionalmente 30 picops transportarán personas del Proyecto al municipio.

5.7.7 Mano de Obra

5.7.7.1 Durante Fase de Construcción

Se estima que alrededor de 1,000 trabajadores podrían movilizarse al área del proyecto para desempeñar labores de construcción, administración, supervisión, seguridad y control de calidad.

Actualmente laboran en la empresa minera 243 personas, siendo 167 del departamento de Santa Rosa o sea el 70% de la mano de obra.

5.7.7.2 Durante Fase de Operación

El número total de empleados durante la etapa de operación será de 575, de los cuales únicamente 20 serán extranjeros y el resto serán empleados nacionales y/o locales según su especialidad. A continuación se describe como estarán distribuidos los puestos de trabajo en cada departamento:

Adicionalmente, 31 personas serán empleados de contratistas de la Empresa. Estos son: 16 de seguridad, 10 de seguridad para los explosivos y 5 del servicio de comida. El personal de seguridad estará formado por un supervisor y quince guardias. Los guardias trabajarán en cinco equipos de tres, trabajando por turnos rotativos. Los que cuidarán de los explosivos serán militares (1 supervisor y 9 guardias), quienes trabajarán en turnos rotativos de tres equipos de tres. Y el personal de servicio de comida estará formado por un jefe de cocinero, un cocinero y tres ayudantes.

Cuadro 5.28 Puestos de trabajo por departamento

Departamento	No. Empleados
Personal General	6
Personal Mina	22
Recursos Humanos	21
Servicio Administrativo	10
Seguridad	4
Seguridad industrial	6
Logística	14
Contabilidad	8
Proyectos	6
Desarrollo Sostenible	8
Medio Ambiente	7
Ingeniería	25
Geología	80
Perforación	40
Producción y Desarrollo	190
Mantenimiento de la Mina	60
Mantenimiento a Equipo Móvil	68
Total	575

Durante la etapa de operación, el horario de trabajo para el área administrativa será de 44 horas semanales. Este mismo horario lo tendrán las áreas de soporte, operaciones mineras y mantenimiento de la mina, aunque por la naturaleza de la operación, cierto porcentaje de horas extras debe ser considerado.

Debido a que la producción será continua, en la planta de proceso se trabajará por turnos rotativos durante los siete días de la semana. El circuito de trituración requerirá de tres equipos de trabajo, trabajando dos turnos por día de diez horas diarias. Cada equipo del circuito de trituración estará compuesto de un operador y tres ayudantes.

La planta concentradora requerirá de cuatro equipos de trabajo; cada uno formado por un supervisor, seis operadores y nueve ayudantes. Por día trabajarán dos turnos de doce horas cada uno.

Todos los empleados de la Empresa gozarán de todas las prestaciones de ley: Quince días de vacaciones al año, bono 14 y aguinaldo, además de seguro médico y de vida privados.

5.7.7.3 Durante Fase de Cierre

Cuando se realice el cierre técnico de la Mina, el número de empleados se reducirá considerablemente, requiriéndose unos 20 empleados.

5.7.7.4 Empleos Indirectos

Adicionalmente a los empleados contratados por la Empresa (empleos directos), la minería genera empleos indirectos debido a sus actividades. Un estudio realizado en el 2003 en Chile, muestra que la minería generó alrededor de 48,000 empleos directos para ese año e indirectamente generó 322,000 empleos. Lo que implica que por cada empleo directo de la minería se generan 6.5² empleos indirectos en el resto de la economía.

Basándose en ese factor se puede estimar el número de empleos generados por la Empresa para cada una de las fases del Proyecto.

Cuadro 5.29 Empleos Indirectos

Fase	Empleos Directos	Empleos Indirectos
Construcción	1000	6500
Operación	575	3738
Cierre	20	130

5.7.8 Campamentos

5.7.8.1 Durante Fase de Construcción

Durante la fase de construcción, el 60% de los empleados provendrá de las localidades aledañas por lo que no será necesario tener un campamento para el personal.

El contratista será el responsable de alojar al personal que no sea local, esto lo deberá hacer equitativamente en los sitios aledaños al Proyecto para no generar un impacto social en el área.

² Comisión Chilena del Cobre, Dirección de Estudios. Análisis Histórico y Estimaciones Futuras del Aporte de la Minería al Desarrollo de la Economía Chilena.
http://www.cochilco.cl/productos/pdf/impacto_economico_mineria_31_de_marzo.pdf

5.7.8.2 Durante Fase de Operación

Durante la fase de operación no existirá un campamento, sino que se construirán viviendas para el personal permanente con derecho a campamento que trabaje en la mina. Existirán 23 módulos habitacionales, los cuales se describen en el Anexo 4.

5.8 Materia Prima y Materiales a Utilizar

5.8.1 Etapa de Construcción

Durante la fase de construcción del Proyecto los tipos de materiales a ser utilizados, adicional a los equipos que serán instalados son:

- Acero grado 40 ASTM
- Concreto de 210 y 281 Kg/cm²
- Block de 14 x 19 x 39 cm
- Estructuras metálicas
- Arena de río, arena amarilla, arena blanca
- Piedrín de 3/8 y ½ pulgadas
- Piedras
- Material selecto
- Tuberías de PVC para agua potable
- Tuberías de PVC para drenajes
- Cemento
- Cal Hidratada
- Alambre de amarre, cinchos de carga, guantes, anteojos de protección y rótulos de prevención como los más relevantes.

5.8.2 Fase de Operación

Durante la fase de operación del Proyecto se utilizarán varios materiales para la operación de la mina subterránea y planta de proceso. Además de combustibles, lubricantes y otros.

5.8.2.1 Mina Subterránea

En el Cuadro 5.30 se detallan los materiales a ser utilizados en la mina subterránea, así como su consumo mensual.

Cuadro 5.30 Insumos a ser utilizados en la mina subterránea por mes

Material	Consumo por mes
ANFO	37,974 kg
Gelatina	572 kg
ms retardo	3,431 piezas
Cordón detonante	1,401 m
Mecha lenta	467 m
Tapa de seguridad	187 ezas

5.8.2.2 Planta de Proceso

Los reactivos que se usarán se clasifican de la siguiente forma:

Colectores: Son compuestos orgánicos que convierten a los minerales seleccionados en repelentes al agua mediante la adsorción de moléculas o iones sobre la superficie mineral. Esto permite la adhesión por contacto del mineral a las burbujas de aire.

Espumante: Es un reactivo químico orgánico del tipo surfactante, que se adiciona a la pulpa con el objetivo de estabilizar la espuma (fortaleciendo la superficie de las burbujas) en la cual se encuentra el mineral de interés.

Reguladores: Los reguladores o modificadores se usan mucho en flotación para modificar la acción del colector, ya sea intensificando o reduciendo el efecto repelente al agua sobre la superficie mineral y de esa manera hacen más selectiva la acción del colector hacia ciertos minerales. Los reguladores se pueden clasificar como: Activadores, Depresores o Modificadores de pH.

Floculante: Sustancia química que aglutina sólidos en suspensión, provocando su precipitación. Son utilizados para aumentar la eficiencia de operaciones de sedimentación.

Desincrustante: Un desincrustante es un compuesto químico que tiene la propiedad de evitar que las sales del agua se depositen (precipiten) en tuberías, conducciones, depósitos, o cualquier superficie. Normalmente estas sales son carbonatos, silicatos y sulfatos de calcio. Los compuestos desincrustantes suelen reaccionar con el calcio y el magnesio de manera que no puedan formar precipitados.

En el Cuadro 5.31 se muestra el listado de reactivos utilizados en el proceso con sus respectivas cantidades, para la preparación de cada reactivo se utilizará un tanque de 3.3 m³.

Cuadro 5.31 Consumo de Reactivos utilizados en el Proceso

Reactivo	Uso	Consumo		
		(kg/ton mineral)	diario (Kg)	mensual (Kg)
Xantato de Amilpotasio (PAX)	colector	0.05	175	5250
Xantato Isopropílico de Sodio (SIPX)	colector	0.05	175	5250
Flomin C-7931	colector	0.015	52.5	1575
Flomin C-4132	colector	0.015	52.5	1575
Aero Froth X-133	espumante	0.025	87.5	2625
Cianuro de Zinc (Zn(CN) ₂) [*]	depresor de mineral de Zn y hierro	0.05	175	5250
Cianuro de Sodio (NaCN)		0.05	175	5250
Hidróxido de Sodio (NaOH)	Modificador de pH	0.001	3.5	105
Sulfato de Zinc (ZnSO ₄)	depresor mineral de Zn	0.06	210	6300
Sulfato de Cobre (CuSO ₄)	Activador del mineral de Zn	0.03	105	3150
Magnafloc 338	floculante	0.06	210	6300
Antiscalant 98	desincrustante	0.005	17.5	525

^{*}El Cianuro de Zinc será producido en un reactor mezclando cianuro de sodio, sulfato de zinc y sosa caustica.

A. Inventario y Manejo de Sustancias Químicas, Tóxicas y Peligrosas

A.1 Explosivos

Las provisiones se recibirán en camiones y serán almacenadas en el polvorín y almacén de detonador, respectivamente. El ejército de Guatemala será el responsable de custodiar su transporte y las áreas de almacenamiento, además de ser los responsables por su manejo.

A.2 Reactivos Químicos

Transporte

Esta sección proporciona información de la clasificación de envío básica para los reactivos a utilizarse en el proyecto Escobal. Las regulaciones son tomadas del U.S. DOT (Department of Transportation).

Xantato de Amilpotasio (PAX)

Nombre Adecuado de Envío	Xantatos
Clase de Peligro	4.2
Grupo de Empaque	II
Numero UN	UN3342
Etiqueta de Transporte Exigido	Esponáneamente Combustible, Contaminante Marino
Nombre Técnico (N.O.S.)	Contiene Xantato de Amilpotasio
Sustancia Peligrosa	No aplicable
Comentarios	Contaminante Marino - los requerimientos del DOT específicos para Contaminantes Marinos no aplican para paquetes no a granel transportados por vehículos motores, vagones de ferrocarril o aviones.

Xantato Isopropílico de Sodio (SIPX)

Nombre Adecuado de Envío	Xantatos
Clase de Peligro	4.2
Grupo de Empaque	II
Numero UN	UN3342
Etiqueta de Transporte Exigido	Esponáneamente combustible,
Nombre Técnico (N.O.S.)	No aplicable
Sustancia Peligrosa	No aplicable

Aerofroth X-133

Nombre Adecuado de Envío	Combustible Líquido, N.O.S.
Clase de Peligro	3 (Combustible Líquido)
Grupo de Empaque	III
Numero UN	UN3082
Etiqueta de Transporte Exigido	Contaminante Marino
Nombre Técnico (N.O.S.)	Alcoholes mezclados, complejos de mezclas de hidrocarburos oxigenados

Cianuro de sodio (NaCN)

Nombre Adecuado de Envío	Cianuro de Sodio Sólido
Clase de Peligro	6.1
Grupo de Empaque	I
Numero UN	UN1689
Etiqueta de Transporte Exigido	Veneno
Comentarios	Recipientes para transporte: ISO Tanques y camiones Excel II; vagones tolva; FLO-BINS (3,000 lbs neto); bolsa de 1,000 kg en caja; tambores de acero de 100 kg, 100 lbs y 200 lbs, tambores de plástico de 100 kg y sacos de papel con 20 kg de peso.

Sulfato de Zinc (ZnSO₄)

Este producto no está regulado para transportación terrestre en presentaciones que no sean a granel. La información siguiente es para embarques que excedan 1,000 lbs en un solo empaque, contenedor, camión o vagón de tren.

Nombre Adecuado de Envío	Sustancia Peligrosa para el Medio Ambiente, solido, N.O.S. (Sulfato de Zinc), RQ
Clase de Peligro	9 - Material peligroso misceláneo
Grupo de Empaque	III
Numero UN	UN3077
Etiqueta de Transporte Exigido	Misceláneo
Cantidad Reportable	1,000 lbs (454 kg)

Sulfato de Cobre (CuSO₄)

Nombre Adecuado de Envío	Sulfato de Cobre; RQ, Sustancia Peligrosa para el Medio Ambiente, Solido, N.O.S.
Clase de Peligro	9
Grupo de Empaque	III
Numero UN	UN3077
Etiqueta de Transporte Exigido	Misceláneo
Comentarios	De preferencia usar bolsas de polietileno protegida por otra de rafia, en caso de otro tipo de recipientes tomar en cuenta que no le afecte la humedad.

Floculante (Magnafloc 338)

No está clasificado como un material peligroso de acuerdo con la reglamentación del transporte.

Hidróxido de Sodio (NaOH)

Nombre Adecuado de Envío	Hidróxido de Sodio, Solución
Clase de Peligro	8
Grupo de Empaque	II
Numero UN	UN1824
Etiqueta de Transporte Exigido	Corrosivo

Flomin C-4132

Nombre Adecuado de Envío	Líquido Combustible, N.O.S.
Clase de Peligro	3
Grupo de Empaque	III
Numero UN	UN1993
Etiqueta de Transporte Exigido	Combustible
Comentarios	Este producto es regularizado como un material peligroso como lo define el DOT solo en cantidades a granel (>119 galones por empaque).

Flomin C-7931

Nombre Adecuado de Envío	Líquido Inflamable, N.O.S. (contiene MIBC)
Clase de Peligro	3
Grupo de Empaque	III
Numero UN	UN1993
Etiqueta de Transporte Exigido	Líquido Inflamable

Almacenamiento y Manejo

En el Cuadro 5.32 se presenta la cantidad a ser almacenada y el método de almacenamiento de cada reactivo empleado en el proceso.

Cuadro 5.32 Cantidad de Reactivos que será almacenado

Reactivo	Cantidad a Almacenarse	Método de Almacenamiento	Presentación
Xantato de Amilpotasio (PAX)	6 t	Súper sacos de 1 t	Polvo seco
Xantato Isopropílico de Sodio (SIPX)	7 t	Súper sacos de 1 t	Polvo seco
Aerofroth X-133	3,000 L	Totes de 1000 L	Líquido
Cianuro de Sodio (NaCN)*	6 t	Súper sacos de 1 t	Briquetas seco
Sulfato de Zinc (ZnSO ₄)	7 t	Súper sacos de 1 t	Polvo seco
Sulfato de Cobre (CuSO ₄)	4 t	Súper sacos de 1 t	Polvo seco
Floculante	6,300 kg	Sacos de 25 Kg	Polvo seco
Hidróxido de Sodio (NaOH)	3,000 L	Totes de 1000 L	Solución concentrada
Flomin C-4132	1,600 L	Tambores de 200 L	Líquido
Flomin C-7931	1,800L	Tambores de 200 L	Líquido
Desincrustante	3,000 L	Totes de 1000 L	Líquido

Nota: la cantidad a almacenarse se basa en el consumo mensual redondeado a la unidad superior (ej. 5.25 toneladas mensuales calculas de consumo de PAX se convierte en 6 toneladas debido a que los súper sacos son de 1 tonelada), en los casos en que el resultado fue de solo 1 tote (1000 L)se planean 3000 litros de almacenamiento con el objetivo de que el almacén nunca se quede sin ese reactivo específico. Para el NaCN se tomaron los mismos consumos que para el Zn(CN₂)

La Asociación Nacional contra Incendios de los EUA (NFPA – National Fire Protection Association-USA), recomienda el uso del diamante negro, el cual permite identificar productos químicos peligrosos, fácil de comprender y cuyo fin es alertar apropiadamente, con información básica, para salvaguardar las vidas tanto de la comunidad como del personal que lucha durante una emergencia en una planta industrial, áreas de almacenaje o en emergencias durante el transporte. En el Cuadro 5.33 se presentan los riesgos según la NFPA, para los químicos que serán utilizados en el proceso y el significado del código de identificación del peligro se muestra en la Figura 5.20.

Cuadro 5.33 Riesgos según la NFPA

Reactivo	No. CAS	Riesgos a la Salud	Inflamabilidad	Reactividad	Riesgo Especifico
Xantato de Amilpotasio (PAX)	36.551-21-0	2	1	1	
Xantato Isopropílico de Sodio (SIPX)	140-93-2	2	2	2	
Aerofroth X-133		2	2	0	
Cianuro de Sodio (NaCN)	143-33-9	3	0	1	
Cianuro de Zinc (Zn(CN) ₂)	557-21-1	3	0	0	
Sulfato de Zinc (ZnSO ₄)	7733-02-0	2	0	0	
Sulfato de Cobre (CuSO ₄)	7758-98-7	2	0	0	
Magnafloc 338		2	1	0	
Hidróxido de Sodio (NaOH)	1310-73-2	3	0	1	Químico corrosivo
Flomin C-4132		1	2	0	
Flomin C-7931		2	2	0	
Antiscalant 98		1	0	0	

Figura 5.20 Código de la NFPA



A continuación se describen las recomendaciones que deben tomarse en cuenta, al manipular o almacenar cada uno de los diferentes reactivos a utilizarse en el proyecto Escobal:

Xantato de Amilpotasio (PAX)

- **Almacenamiento:** El calentar o sobre exponer xantato sólidos o el calentar o añejar soluciones de xantato causa alguna descomposición a bisulfuro de carbono que es venenoso e inflamable. Los tanques de almacenamiento deben de tener ciertas características de diseño para máxima seguridad y el área de vapor debe estar libre de fuentes de ignición. Almacene a temperatura de <32.2 a 10 °C, por razón de seguridad.

- **Manejo**
Medidas de Precaución: Evite calentamiento o humedad excesivos. Evite el contacto con los ojos, piel y ropa. Evite respirar el polvo. Mantenga los contenedores cerrados. Lavar a fondo después de manipularlo. Use herramientas que no generen chispa y no fume mientras abra los tambores. Úsese con ventilación adecuada. Contiene materiales muy finos. El polvo suspendido en el aire puede encender con descargas de estática, chispas o flamas. Equipos incluyendo sistemas de ventilación deben de estar puestos a tierra. Provea ventilación adecuada en áreas de uso para remover polvo. Lave la ropa contaminada antes de ser usada de nuevo.

Declaraciones de Manipulación Especiales: Minimice el polvo. Se deben tener precauciones especiales contra incendio y explosiones cuando se lleven a cabo las siguientes actividades:

- a. Bombeando soluciones de xantato.
- b. Drenando tanques móviles.
- c. Limpiando tanques móviles.
- d. Al realizar trabajos de mantenimiento en tanques de almacenamiento o tuberías que se conecten al tanque.

Use herramientas que no generen chispas y no fume cuando abra un tambor de xantato. RIESGO DE EXPLOSION DE POLVO CLASE – 2. El manejo del material debe ser de acuerdo con los estándares para arresto de flama (ej. NFPA-68). Si se manipula con materiales inflamables o combustibles el riesgo de explosión aumenta.

Xantato Isopropílico de Sódio (SIPX)

- Almacenamiento: El calentar o sobre exponer xantato sólido o el calentar o añejar soluciones de xantato causa alguna descomposición a bisulfuro de carbono que es venenoso e inflamable. Los tanques de almacenamiento deben tener ciertas características de diseño para máxima seguridad y el área de vapor debe de estar libre de fuentes de ignición. Almacene a temperatura de <32.2 a 10 °C, por razón de seguridad.
- Manejo:
Medidas de Precaución: Evite calentamiento o humedad excesivos. Evite el contacto con los ojos, piel y ropa. Evite respirar el polvo. Mantenga los contenedores cerrados. Lavar a fondo después de manipularlo. Use herramientas que no generen chispa y no fume mientras abra los tambores. Úsese con ventilación adecuada. Contiene materiales muy finos. El polvo suspendido en el aire puede encender con descargas de estática, chispas o flamas. Equipos incluyendo sistemas de ventilación deben de estar puestos a tierra. Provea ventilación adecuada en áreas de uso para remover polvo. Lave la ropa contaminada antes de ser usada de nuevo.

Declaraciones de Manipulación Especiales: Minimice el polvo. Se deben de tener precauciones especiales contra incendio y explosiones cuando se lleven a cabo las siguientes actividades:

- a. Bombeando soluciones de xantato.
- b. Drenando tanques móviles.
- c. Limpiando tanques móviles.
- d. Al realizar trabajos de mantenimiento en tanques de almacenamiento o tuberías que se conecten al tanque.

Use herramientas que no generen chispas y no fume cuando abra un tambor de xantato. RIESGO DE EXPLOSION DE POLVO CLASE – 2. El manejo del material debe ser de acuerdo con los estándares para arresto de flama (ej. NFPA-68). Si se manipula con materiales inflamables o combustibles el riesgo de explosión aumenta.

Aerofroth X-133

- Almacenamiento: Las áreas que contengan éste material deberán contar con prácticas contra-incendio seguras y equipamiento eléctrico de acuerdo con las regulaciones aplicables. Los estándares están basados principalmente en el punto de ignición de los materiales; sin embargo podrán tomarse en cuenta otras propiedades tales como su miscibilidad en agua o toxicidad. Todas las regulaciones locales o nacionales deberán ser aplicadas. Temperatura de almacenamiento: temperatura ambiente por razón de seguridad.
- Manejo
Medidas Preventivas: Evitar el contacto con los ojos, piel y ropa. Alejar de cualquier fuente de calor y llamas. Lavar a fondo después de manejar este producto.

Declaración de Manipulación Especial: Ninguna.

Cianuro de sodio (NaCN)

- Almacenamiento: Guarde en recipientes con etiquetas apropiadas en áreas secas, ventiladas y seguras. Mantenga cerrados los recipientes y seco el contenido. No guarde con ácidos o sales ácidas, recipientes con agua o álcalis débiles, o agentes oxidantes. No toque o guarde comida, bebidas o tabaco en áreas donde hay cianuro. No guarde cerca de combustibles o sustancias inflamables debido a que puede haber derrames de solución de cianuro con el agua que se use para combatir un incendio.
- Manejo: Lave a fondo después de manipularlo. Minimice la generación y acumulación de polvo. No respire el polvo, rocío o vapor. No tenga contacto con los ojos, piel o ropa. Mantenga el contenedor fuertemente cerrado. No lo ingiera o inhale. Lave su ropa después de manipularlo. Deseche zapatos contaminados. No se deben usar ácidos cerca del cianuro de sodio a menos que sea absolutamente necesario y solo después de haberlo planeado cuidadosamente. La formación de ácido cianhídrico (HCN) es el mayor riesgo al utilizar soluciones de cianuro de sodio porque algo de gas HCN será generado. Use solo con ventilación adecuada o protección respiratoria. Cámbiese la ropa contaminada prontamente.

Sulfato de Zinc (ZnSO₄)

- Almacenamiento: Sobre piso de concreto en un área fresca y ventilada.

- Manejo: Debe tener una regadera de emergencia y lava ojos a una distancia no mayor de siete metros de donde el producto está siendo usado.

Sulfato de Cobre (CuSO₄)

- Almacenamiento: En área seca, fresca, bien ventilada y sin exposición a los rayos del sol.
- Manejo: Entrene al personal para su manejo. Instale regaderas de emergencia en las áreas de exposición a este producto. Lave la ropa de trabajo diariamente y evite que el personal fume o tome alimentos en las áreas de trabajo.

Floculante (Magnafloc 338)

- Almacenamiento: En un lugar fresco y seco. Mantenga el contenedor cerrado y seco.
- Manejo: Evite crear polvo, hay riesgo de explosión si se forma una mezcla de aire-polvo.

Hidróxido de Sodio (NaOH)

- Almacenamiento: A temperatura ambiente y presión atmosférica.
Precauciones:
 - a. Almacene en contenedores cerrados de acero al carbón si la temperatura es al ambiente. Nunca use recipientes de aluminio.
 - b. Coloque la señalización de riesgo de acuerdo a la normatividad aplicable tales como: etiquetas, rombos o señalamientos de advertencia.
 - c. El lugar de almacenamiento debe estar ventilado y separado de las áreas de trabajo y mucho tránsito.
 - d. Inspeccione periódicamente los recipientes para detectar daños y prevenir fugas.
 - e. Es recomendable que los tanques de almacenamiento tengan diques o dispositivos de control de derrames.
 - f. Evite almacenar otros productos químicos incompatibles junto a la sosa, ya que pudieran reaccionar violentamente.
 - g. Evite derrames y la formación de neblinas durante las maniobras de carga y descarga en sus almacenes.

- Manejo: Use el equipo de protección personal recomendado y tenga disponible regadera y lavaojos de emergencia en el área de almacenamiento.

Flomin C-4132

- Almacenamiento: En contenedores cerrados en un área fresca lejos de fuentes de calor o ignición. Deben tomarse precauciones para evitar una descarga de electricidad estática. Almacene en contenedores de acero, acero inoxidable, polietileno o polipropileno.
- Manejo: Porte equipo de protección para los ojos, cuerpo y sistema respiratorio.

Flomin C-7931

- Almacenamiento: En contenedores cerrados, en un área fresca lejos de fuentes de calor o ignición. Deben tomarse precauciones para evitar una descarga de electricidad estática. Almacene en contenedores de acero inoxidable, polietileno o polipropileno.
- Manejo: Porte equipo de protección para los ojos, cuerpo y sistema respiratorio.

Desincrustante 98

- Almacenamiento: A temperatura ambiente. Mantenga los recipientes cerrados cuando no estén en uso.
- Manejo: Porte todo su equipo de protección personal.

Las hojas de seguridad de los productos se adjuntan en el Anexo 12.

Equipo de Protección Personal

Los equipos de protección personal recomendados por los fabricantes por reactivo se describen en el Cuadro 5.34.

Cuadro 5.34 Equipos de protección personal recomendados por reactivo

Reactivo	Protección ocular	Protección de la piel	Protección Respiratoria	Otros
Xantato de Amilpotasio (PAX)	Gógles o Careta	Guantes de hule y ropa protectora adecuada	Use un respirador aprobado, si el nivel de exposición supera el límite	
Xantato Isopropílico de Sodio (SIPX)	Gógles o Careta	Guantes de hule y ropa protectora adecuada	Use un respirador aprobado, si el nivel de exposición supera el límite	
Aerofroth X-133	Gógles o Careta	Guantes de impermeables y ropa protectora adecuada	Use respirador aprobado	
Cianuro de Sodio (NaCN)	Gógles o Careta	Guantes impermeables y ropa protectora adecuada	Cuando exista la posibilidad de emanaciones de gases arriba de los límites permitidos, utilice equipo de respiración autorizado	En caso de niveles elevados en el aire, use un equipo de respiración autónoma
Sulfato de Zinc (ZnSO ₄)	Lentes de seguridad	Guantes de carnaza	Respirador para polvo	
Sulfato de Cobre (CuSO ₄)	Gógles	Guantes y botas de hule y traje antiácido	Usar filtro contra polvo, arriba de 8 PPM, use equipo de respiración autónoma	
Floculante	Gógles	Ropa y guantes resistentes a químicos	Use un respirador para polvos	
Hidróxido de Sodio (NaOH)	Gógles o Careta	Un traje completo, botas y guantes de neopreno, PVC o hule.	Respirador para vapores orgánicos con cartucho amarillo	
Flomin C-4132	Gógles o Careta	Guantes y botas de hule y traje resistente a químicos	Use un respirador aprobado, cuando haya una exposición a vapores o rocío	
Flomin C-7931	Gógles o Careta	Guantes y botas de hule y traje resistente a químicos	Use un respirador aprobado, cuando haya una exposición a vapores o rocío	
Desincrustante	Gógles o Careta	Guantes y botas de hule y traje resistente a químicos	Use respirador aprobado para polvo, vapor o rocío	

A.3 Combustibles y Lubricantes

Las provisiones se recibirán en camiones y se transferirán a sus áreas de almacenaje que contendrán estructuras de contención. Los que sean almacenados en recipientes se rotularán apropiadamente. Su transporte, almacenaje y manejo se hará de acuerdo a los requerimientos guatemaltecos. Se utilizarán medidas de control para minimizar el potencial de impactos al suelo y cuerpos de agua debido a derrames.

5.9 Manejo y Disposición Final de Desechos

A continuación se presenta el detalle del manejo y disposición final de los desechos sólidos, líquidos y gaseosos durante las fases de construcción, operación y cierre.

5.9.1 Fase de Construcción

5.9.1.1 Desechos Sólidos, Líquidos y Gaseosos

A. Desechos Sólidos

Se dispondrán en diferentes puntos del área del proyecto, recipientes provistos de bolsa negra para que los trabajadores de obra depositen ahí los residuos sólidos domésticos. Esta basura posteriormente será clasificada y los inertes dispuestos en el relleno sanitario controlado del Proyecto, el cual fue aprobado en el EIA de los túneles de exploración.

Los residuos que no puedan ser utilizados en actividades de relleno, serán dispuestos en un sitio previamente autorizado por la municipalidad de la localidad o entregados a empresas especializadas para su reciclaje o eliminación.

B. Desechos Líquidos

Los desechos líquidos provenientes del uso de servicios sanitarios por parte del personal de obra serán manejados a través de letrinas portátiles. La empresa que preste el servicio, será la responsable del mantenimiento de las mismas y del tratamiento de los desechos.

C. Desechos Gaseosos

Las emisiones gaseosas serán derivadas de las labores relacionadas con la manipulación de materiales de construcción y obra civil, así como también partículas de polvo por la acción del viento y el paso de vehículos sobre áreas susceptibles a la erosión.

Durante la construcción de la mina subterránea podrá generarse polvo derivado de los equipos de excavación y voladura en los frentes de trabajo. Por tal motivo, el personal

será dotado con equipo de protección personal. Adicionalmente, se velará porque los vehículos de transporte de materiales y maquinaria en general, apaguen su motor al estar dentro del terreno del Proyecto para evitar emitir gases o sonidos a la atmosfera de forma innecesaria, asimismo los caminos se irrigarán con agua por medio de pipas, como media de supresión de polvo.

5.9.1.2 Desechos Tóxicos Peligrosos

Durante la fase de construcción no se generarán desechos tóxicos peligrosos, debido a que únicamente se realizarán actividades relacionadas con obras de ingeniería y arquitectura convencionales.

En cualquier caso, todo residuo sólido especial será dispuesto por una empresa privada autorizada para el efecto en un sitio autorizado previamente por la municipalidad de la localidad y se tomará en cuenta en el Plan de Manejo de Desechos (capítulo 13).

5.9.2 Fase de Operación

5.9.2.1 Desechos Sólidos, Líquidos y Gaseosos

A. Desechos Sólidos

Los residuos sólidos domésticos corresponden esencialmente a basura doméstica a generarse por el personal a cargo del proyecto, siendo estos residuos: papel, restos de comida y varios, considerando una cantidad de 3 libras por trabajador por día.

Se dispondrán recipientes con bolsas plásticas para basura en cada puesto de trabajo y en áreas específicas, para su recolección y conducción hacia el relleno sanitario ubicado en el Proyecto, el cual contará con su respectivo personal de manejo y operación, donde se clasificarán y enviarán para reciclaje; lo orgánico se hará compost y los inertes se dispondrán en el relleno.

Los desechos serán depositados en capas delgadas de aproximadamente 0.5 m de espesor; cada una de estas capas será cubierta con suelo (unos 10 cm de espesor) para favorecer el proceso de biodegradación.

B. Desechos Líquidos

Durante la fase de operación se contará con baterías de baños para el personal que labore en el Proyecto y posibles visitantes. Se estima que serán generados 25 gpm de aguas residuales domésticas, las cuales serán tratadas antes de ser descargadas. Con la asesoría de la Compañía Ambiotec, S. A., se están evaluando tres sistemas de tratamiento, los cuales se describen en la sección 5.7.3.1.

Los lodos que se generen en el tratamiento serán descargados, estabilizados y una vez se compruebe que cumplen con los límites del Acuerdo Gubernativo 236-2006 serán descargados al suelo.

C. Desechos gaseosos

Como parte del programa de protección ambiental, se mantendrá un monitoreo con evaluación de los parámetros asociados a la calidad del aire, verificando el cumplimiento de la norma aplicable para el efecto y monitoreando gases tales como: Óxidos de azufre, Óxidos de nitrógeno y Monóxido de carbono, así como Material particulado, cumpliendo con las normas de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Una descripción detallada del Plan de Monitoreo se presenta en el capítulo 13.

5.9.2.2 Desechos Tóxicos Peligrosos

En términos generales, se considera que la mayor parte de las sustancias peligrosas serán consumidas en el proceso y que las cantidades de residuos peligrosos serán mínimas. Sin embargo, se generarán residuos asociados al tipo de empaque de aquellos materiales peligrosos que no sean comprados y entregados “a granel”.

En ningún momento los desechos peligrosos serán otorgados a terceras personas para su uso, a menos que se trate de alguna empresa especializada en el tratamiento de dichos productos. Se prohibirá a los trabajadores del Proyecto el uso personal de los desechos de materiales peligrosos.

Los productos químicos de desecho incluirán:

- Contenedores vacíos de químicos usados, serán lavados tres veces y colocados en el relleno. El agua de lavado será conducido hacia el sistema de tratamiento.
- Los contenedores de cianuro usados (bolsas y cajas), serán incinerados de forma controlada en el sitio.
- La madera de empaque de otros productos será dispuesta en el relleno.
- La madera de empaque de otros químicos será llevada al incinerador.

Todos los residuos líquidos del laboratorio serán neutralizados, recolectados en bidones e incorporados al proceso industrial periódicamente. Los desechos médicos serán colocados en contenedores especiales y una empresa certificada será la responsable de recogerlos e incinerarlos.

Los productos de petróleo relativos a los desechos generados en el sitio incluirán:

- Aceite usado, que será colocado en tanques a granel, y recogido por un distribuidor autorizado para su reciclaje,
- Grasa usada, será colocada en barriles y recogida por un distribuidor para su incineración,
- Filtros de aceite usados, serán drenados, triturados y eliminados en el relleno,
- Trapos con aceite, serán exprimidos e incinerados, y
- Suelos o arena usados en la contención de derrames y contingencias en el sitio y los lodos provenientes de la limpieza serán tratados en la instalación de bioremediación en el sitio.

Se estima que la cantidad de desechos generados durante la fase de operación será de:

- Madera de empaque que se genere entre cajas de madera, tarimas, etc.: 75,000 Kg,
- Plástico proveniente de envoltorios y protectores: 4,000 Kg,
- Cartón: 5,000 Kg,
- Alambre de acero inoxidable: 1,000 Kg,
- Tuercas y tornillos: 6,000 Kg,
- Alambre de acero, hebillas, etc.: 2,000 Kg,
- Caucho: 500 Kg,
- Aceite y lubricantes: 3,402 Lt,
- Llantas: 7,308 unidades (406 llantas por año)

Se llevará un registro de la cantidad de desechos generados, el volumen o peso de los mismos, eliminación final, el nombre del proveedor que lo recogió, eliminó o recicló y la fecha de eliminación de la recolección. Tanto el incinerador como el área de bioremediación cumplirán con los requisitos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. En el capítulo 13 se presenta el Plan de Manejo de Desechos para el Proyecto.

5.9.3 Fase de Cierre

Durante la fase de cierre del Proyecto, los desechos que se generen serán aquellos resultantes de la demolición y remoción de la infraestructura.

5.9.3.1 Desechos Sólidos, Líquidos y Gaseosos

A. Desechos Sólidos

Se dispondrán en diferentes puntos, recipientes provistos de bolsa negra para que los trabajadores de obra depositen ahí los residuos sólidos domésticos. Esta basura posteriormente será clasificada y los inertes dispuestos en el relleno sanitario controlado del Proyecto. Los residuos que no puedan ser utilizados en actividades de relleno, serán dispuestos en un sitio previamente autorizado por la municipalidad de la localidad o entregados a empresas especializadas para su reciclaje o eliminación.

B. Desechos Líquidos

Los desechos líquidos provenientes del uso de servicios sanitarios por parte del personal de obra serán manejados a través de letrinas portátiles. La empresa que preste el servicio, será la responsable del mantenimiento de las mismas y del tratamiento de los desechos.

C. Desechos Gaseosos

Las emisiones gaseosas serán derivadas de las labores relacionadas con la demolición de algunas instalaciones y por el tránsito de vehículos, así como también partículas de polvo por la acción del viento y el paso de vehículos.

5.9.3.2 Desechos Tóxicos Peligrosos

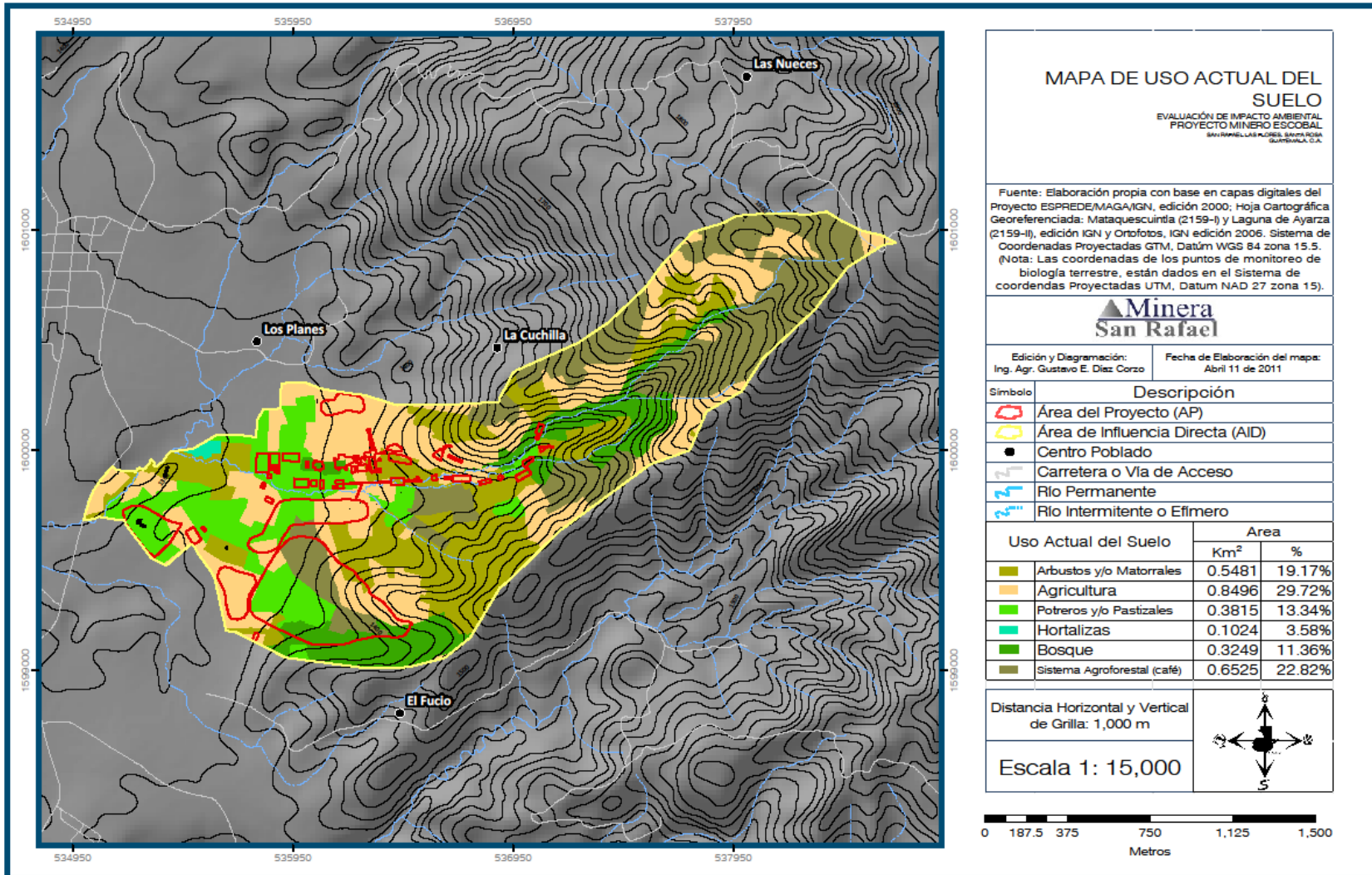
Previo a la demolición, todos los edificios serán limpiados y se removerán todos los materiales dentro de los edificios y equipo. Los reactivos remanentes serán removidos de los edificios y se enviarán fuera del sitio para su disposición adecuada.

Los tanques de almacenamiento de hidrocarburos y los equipos de suministro serán removidos del sitio. Todos los solventes serán removidos de los sistemas en la Planta, las tuberías serán lavadas y drenadas. De igual forma, todos los transformadores con aceite dieléctrico serán drenados, los líquidos serán caracterizados y después removidos. Todos serán dispuestos de forma adecuada. El agua resultante de los lavados será enviada a la planta de tratamiento previo a su descarga.

5.10 Concordancia con el Plan de Uso del Suelo

El municipio de San Rafael Las Flores no cuenta con un plan de ordenamiento del suelo. La cobertura vegetal y el uso actual del suelo en el AID del proyecto, que abarca la microcuenca El Escobal (193 hectáreas) y la parte baja de la subcuenca del río El Dorado (93 hectáreas), se muestra en la Figura 5.21. El mayor uso en el AID es la agricultura con alrededor del 30% del área total, luego le siguen los cultivos permanentes como el café, con alrededor del 23%, los arbustos y matorrales con un 19%, los pastos con un 13% y las hortalizas con un 4%. El área de bosque abarca alrededor del 11% del área total del AID, que representa alrededor de 33 hectáreas de las 286 hectáreas. En el Anexo 5 se adjunta el Plan de manejo para el aprovechamiento forestal.

Figura 5.21 Mapa de uso actual del suelo



6. DESCRIPCIÓN DEL MARCO LEGAL (JURÍDICO)

Seguidamente se resume el marco legal del país con relación al desarrollo del proyecto minero, indicando aquellos aspectos más relevantes para el mismo. Al final se indican las instituciones internacionales como el Banco Mundial y la Organización Mundial de la Salud, que tienen lineamientos de relevancia para este tipo de proyectos en función de que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, utiliza estas guías para la evaluación de los estudios ambientales por no tenerse en el país los reglamentos correspondientes.

La promulgación de la Constitución Política de la República de Guatemala (1985), incorpora la gestión ambiental al conjunto de funciones del Estado al indicar, entre otros, que el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. El Artículo 97 indica que: “se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y el agua, se realicen racionalmente”.

La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (DG 86-68) establece que el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional deben propiciar el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Por lo que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, flora, suelo, subsuelo y el agua deberán realizarse racionalmente (Artículo 1). La ley también establece que el Estado velará porque la planificación del desarrollo nacional sea compatible con la necesidad de proteger, conservar y mejorar el medio ambiente. Igualmente, se prohíbe que el suelo, subsuelo y límites de aguas nacionales sirvan de reservorio de desperdicios contaminantes del medio ambiente. Además indica que para todo proyecto, se debe realizar el Estudio de Impacto Ambiental pertinente, para evitar y prevenir cualquier daño que la actividad pueda causar al ambiente o a las actividades sociales y económicas de la población asentada.

El 6 octubre del 2007, fue aprobado el nuevo Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, según Acuerdo Gubernativo 431-2007, que contiene las directrices para la elaboración y presentación de los estudios de impacto ambiental.

En el Título V se refiere a las categorías de los proyectos, obras, industrias y cualquier otra actividad en base al Sistema CIIU (Código Internacional Industrial Uniforme). En el caso particular del proyecto minero, está incluido en la Categoría A, que corresponde a aquellos proyectos considerados como de más alto impacto ambiental potencial o riesgo ambiental de entre todo el listado taxativo, el cual complementa este Reglamento (Artículo 28). El 15 de enero 2008 se publicó el AG 33-2088 que contiene reformas a los artículos 72, 74 y 78 del AG 431-2007, donde se estipula como requisito la participación pública durante la elaboración de los instrumentos de evaluación ambiental de proyectos. Además, el MARN cuenta con términos de referencia para orientar el proceso de participación pública.

El 11 de mayo de 2006, se publicó en el Diario de Centroamérica el Acuerdo Gubernativo número 236-2006 que contiene el Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, emitido por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). El reglamento tiene como objeto establecer los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reuso de aguas residuales, así como para la disposición de lodos. Lo anterior, para que a través del mejoramiento de las características de dichas aguas, se logre establecer un proceso continuo que permita: a) Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana; b) Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización; y, c) Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada. También es objeto de este reglamento establecer los mecanismos de evaluación, control y seguimiento para que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales promueva la conservación y mejoramiento del recurso hídrico. El Reglamento establece que le compete la aplicación del mismo al MARN. En el Cuadro 6.1 se indican los límites máximos permisibles para entes generadores nuevos (Artículo 21 del DG-236-2006).

Cuadro 6.1 Límites Máximos Permisibles para Descargas de Aguas Residuales de Entes Generadores Nuevos

Parámetros	Dimensionales	Límite Máximo Permisible
Temperatura	Grados Celsius	TCR +/-7
Grasas y aceites	Miligramos por litro	10
Materia flotante	Ausencia/presencia	Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	100
Nitrógeno total	Miligramos por litro	20
Fósforo total	Miligramos por litro	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	$< 1 \times 10^4$
Arsénico	Miligramos por litro	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	1
Cobre	Miligramos por litro	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.01
Níquel	Miligramos por litro	2
Plomo	Miligramos por litro	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10
Color	Unidades de platino cobalto	500

NOTA: TCR = temperatura del cuerpo receptor, en grados Celsius.

La Constitución Política de la República de Guatemala, en su artículo 125 declara de utilidad y necesidad pública la explotación técnica y racional de los minerales, por lo cual delega al Estado el establecer y propiciar las condiciones propias para su exploración, explotación y comercialización. Esto último basado en lo establecido en el artículo 121 de la misma, en donde se define como bienes del Estado el subsuelo, los yacimientos minerales y otras sustancias inorgánicas del subsuelo.

La Ley de Minería (Decreto 48-97) y su reglamento, norma toda actividad minera incluyendo el reconocimiento, exploración, explotación y cualquier otra operación relacionada a la industria minera, que constituya depósitos o yacimientos naturales del subsuelo. El Ministerio de Energía y Minas es la institución encargada de velar por la aplicabilidad y cumplimiento de ésta ley y su reglamento, mediante la formulación y coordinación de políticas, planes y programas en el sector.

Artículo 71 de la Ley de Minería establece que el titular de derecho minero podrá usar y aprovechar racionalmente las aguas sin afectar el ejercicio permanente de otros derechos. También establece que el uso y aprovechamiento de las aguas que corran dentro de sus cauces naturales o se encuentren en lagunas, que no sean del dominio

público ni de uso común, se registrarán conforme las disposiciones del Código Civil y de las leyes de la materia. Quién haga uso del agua en sus operaciones mineras, previo a descargarla, deberá efectuar el tratamiento adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente.

En el caso de los titulares de licencias de reconocimiento o de exploración, deben presentar un estudio de mitigación relacionado con las operaciones mineras que llevarán a cabo en el área autorizada. Este estudio debe contener la metodología a utilizar y las medidas de mitigación a implementar para reducir los posibles impactos ambientales y deberá ser presentado a la Dirección de Minería, antes de iniciar las labores correspondientes.

En 1997 se aprueba el nuevo Código de Salud según el Decreto 90-97 del Congreso de la República, en el que en el Capítulo IV Salud y Ambiente, sección I Calidad Ambiental, Artículo 68, calidad ambiental sobre ambientes saludables indica que: El Ministerio de Salud en colaboración con CONAMA (actualmente el MARN), las municipalidades y la comunidad organizada, promoverán un ambiente saludable que favorezca el desarrollo pleno de los individuos, familias y comunidades. A la fecha no existen reglamentos derivados de esta ley.

El artículo 44 del Código de Salud que tiene relación con la salud ocupacional indica que el Estado a través del IGSS, el Ministerio de Trabajo y Previsión Social y demás instituciones del sector, y con la colaboración de empresas públicas y privadas, desarrollaran acciones tendientes a conseguir ambientes saludables y seguros en el trabajo para la prevención de enfermedades ocupacionales, atención de las necesidades específicas de los trabajadores y accidentes de trabajo. Por consiguiente, es necesario informar a las instituciones que tengan competencia sobre las características del proyecto y las medidas que se proponen para minimizar los riesgos y accidentes.

Artículo 7. Se prohíbe en las zonas de trabajo la venta o introducción de bebidas o drogas embriagantes o estupefacientes, las lides de gallos, los juegos de azar y el ejercicio de la prostitución. Es entendido que esta prohibición se limita a un radio de tres kilómetros alrededor de cada centro de trabajo

Artículo 54. Notificación: Es obligación de las instituciones públicas y privadas notificar de inmediato al MSPAS cualquier enfermedad de notificación obligatoria.

Artículo 61.- d) Dar a los trabajadores los útiles, instrumentos y materiales necesarios para ejecutar el trabajo convenido, de buena calidad y reponerlos tan luego como dejen de ser eficientes, siempre que el patrono haya convenido en que aquéllos no usen herramienta propia; e) Proporcionar local seguro para la guarda de los instrumentos y útiles del trabajador; f) Permitir la inspección y vigilancia que las autoridades de trabajo practiquen en su empresa para cerciorarse del cumplimiento de las disposiciones del presente Código.

Artículo 64. Se prohíbe a los trabajadores: c) Trabajar en estado de embriaguez o bajo la influencia de drogas estupefacientes o en cualquier otra condición anormal análoga; d) Usar los útiles o herramientas suministrados por el patrono para objeto distinto de aquel a que estén normalmente destinados; e) Portar armas de cualquier clase durante las horas de labor o dentro del establecimiento, excepto en los casos especiales autorizados debidamente por las leyes, o cuando se trate de instrumentos cortantes, o punzo cortantes, que formen parte de las herramientas o útiles propios del trabajo;

El artículo 69 establece que el Ministerio de Salud y el MARN establecerán los límites de exposición y de calidad ambiental permisibles a contaminantes ambientales, cuando estos sean de naturaleza física, química y biológica. No obstante, cuando los elementos son radiactivos, participa en el proceso el Ministerio de Energía y Minas.

El artículo 74, respecto a los EIA, indica: El Ministerio de Salud, MARN y las Municipalidades deberán establecer los criterios para la realización del EIA, orientados a determinar las medidas de prevención y de mitigación necesarias para reducir los riesgos potenciales a la salud, derivados de desequilibrios en la calidad ambiental producto de la realización de obras o procesos de desarrollo industrial, urbanístico, agrícola, pecuario, turístico, forestal y pesquero.

El artículo 75 hace referencia a las sustancias y materiales peligrosos, especificando lo siguiente: El Ministerio de Salud y el MARN, en coordinación con otras instituciones del sector público y privado, establecerán los criterios, normas y estándares para la producción, importación, tráfico, distribución, almacenamiento y venta de sustancias y materiales peligrosos para la salud, el ambiente y el bienestar individual y colectivo.

El artículo 83, referente a la dotación de agua en los centros de trabajo, indica que: En las agroindustrias o actividades de cualquier otra índole, se deberá garantizar el acceso de los servicios de agua a los trabajadores, la cual en todo caso deberá

cumplir con los requisitos para el consumo humano. En relación a los parámetros de calidad del agua potable, Guatemala posee reglamentos específicos desarrollados por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR), por lo que todo monitoreo de calidad del agua para consumo humano deberá cumplir con estos requerimientos.

El artículo 92, relacionado con la dotación de servicios, establece que: Las municipalidades, industrias, comercios, entidades agropecuarias, turísticas y otro tipo de establecimiento público y privado, deberán dotar o promover la instalación de sistemas adecuados para la eliminación de excretas, el tratamiento de aguas residuales y aguas servidas, así como el mantenimiento de dichos sistemas conforme a la presente ley y los reglamentos respectivos.

El artículo 102 se refiere a la responsabilidad de las municipalidades para el manejo de los desechos sólidos, para lo cual indica: Corresponde a las municipalidades la prestación de los servicios de limpieza o recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos de acuerdo con las leyes específicas y en cumplimiento con las normas sanitarias. El artículo 103 sobre desechos sólidos, prohíbe que se descarguen desechos sólidos en áreas no autorizadas: calles, barrancos, hondonadas, sitios baldíos, ríos, lagos, mar, etc. El artículo 107 respecto a los desechos sólidos especifica lo siguiente: Para el almacenamiento, transporte, reciclaje y disposición de residuos y desechos sólidos, así como los residuos industriales peligrosos, las empresas industriales o comerciales deberán contar con sistemas adecuados, según la naturaleza de sus operaciones, especialmente cuando la peligrosidad y volumen de los desechos no permita la utilización del servicio ordinario para la disposición de los desechos generales. El Ministerio de Salud y la Municipalidad correspondiente dictaminarán sobre la base del Reglamento específico de esta materia.

Artículo 122. Las jornadas ordinarias y extraordinarias no pueden exceder de un total de doce horas diarias, salvo caso de excepción muy calificado que se determinen en el respectivo reglamento o por siniestro ocurrido o riesgo inminente. Se prohíbe a los patronos ordenar o permitir a sus trabajadores que trabajen extraordinariamente en labores que por su propia naturaleza sean insalubres o peligrosas.

Artículo 151. Se prohíbe a los patronos: e) Exigir a las mujeres embarazadas que ejecuten trabajos que requieren esfuerzo físico considerable durante los tres (3) meses anteriores al alumbramiento."

Artículo 197. "Todo empleador está obligado a adoptar las precauciones necesarias para proteger eficazmente la vida, la seguridad y la salud de los trabajadores en la prestación de sus servicios. a) Prevenir accidentes de trabajo, velando porque la maquinaria, el equipo y las operaciones de proceso tengan el mayor grado de seguridad y se mantengan en buen estado de conservación, funcionamiento y uso, para lo cual deberán estar sujetas a inspección y mantenimiento permanente; b) Prevenir enfermedades profesionales y eliminar las causas que las provocan; c) Prevenir incendios; d) Proveer un ambiente sano de trabajo; e) Suministrar, cuando sea necesario, ropa y equipo de protección apropiados, destinados a evitar accidentes y riesgos de trabajo; f) Colocar y mantener los resguardos y protecciones a las máquinas y a las instalaciones, para evitar que de las mismas pueda derivarse riesgo para los trabajadores; g) Advertir al trabajador de los peligros que para su salud e integridad se deriven del trabajo; h) Efectuar constantes actividades de capacitación de los trabajadores sobre higiene y seguridad en el trabajo; i) Cuidar que el número de instalaciones sanitarias para mujeres y para hombres estén en proporción al de trabajadores de uno u otro sexo, se mantengan en condiciones de higiene apropiadas y estén además dotados de lavamanos; j) Que las instalaciones destinadas a ofrecer y preparar alimentos o ingerirlos y los depósitos de agua potable para los trabajadores, sean suficientes y se mantengan en condiciones apropiadas de higiene; k) Cuando sea necesario, habilitar locales para el cambio de ropa, separados para mujeres y hombres; l) Mantener un botiquín provisto de los elementos indispensables para proporcionar primeros auxilios. Las anteriores medidas se observarán sin perjuicio de las disposiciones legales y reglamentarias aplicables."

Artículo 197. Bis. "Si en juicio ordinario de trabajo se prueba que el empleador ha incurrido en cualesquiera de las siguientes situaciones: a) Si en forma negligente no cumple las disposiciones legales y reglamentarias para la prevención de accidentes y riesgos de trabajo; b) Si no obstante haber ocurrido accidentes de trabajo no adopta las medidas necesarias que tiendan a evitar que ocurran en el futuro, cuando tales accidentes no se deban a errores humanos de los trabajadores, sino sean imputables a las condiciones en que los servicios son prestados; c) Si los trabajadores o sus organizaciones le han indicado por escrito la existencia de una situación de riesgo, sin que haya adoptado las medidas que puedan corregirlas; y si como consecuencia directa e inmediata de una de estas situaciones especiales se produce accidente de trabajo que genere pérdida de algún miembro principal, incapacidad permanente o muerte del trabajador, la parte empleadora quedará obligada a indemnizar los perjuicios causados, con independencia de las pensiones o indemnizaciones que pueda cubrir el régimen de seguridad social."

Artículo 198. Todo patrono está obligado a acatar y hacer cumplir las medidas que indique el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social con el fin de prevenir el acaecimiento de accidentes de trabajo y de enfermedades profesionales.

Artículo 200. Se prohíbe a los patronos de empresas industriales o comerciales permitir que sus trabajadores duerman o coman en los propios lugares donde se ejecuta el trabajo. Para una u otra cosa aquéllos deben habilitar locales especiales.

Artículo 274. El Ministerio de Trabajo y Previsión Social, MTPS, tiene a su cargo la dirección, estudio y despacho de todos los asuntos relativos a trabajo y previsión social y debe vigilar por el desarrollo, mejoramiento y aplicación de todas las disposiciones legales referentes a estas materias, que no sean de competencia de los tribunales, principalmente las que tengan por objeto directo fijar y armonizar las relaciones entre patronos y trabajadores. Dicho Ministerio y el IGSS deben coordinar su acción en materia de previsión social, con sujeción a lo que dispone la Ley Orgánica de este último y sus reglamentos.

Artículo 281. Los inspectores de trabajo y los trabajadores sociales, que acrediten debidamente su identidad, son autoridades que tienen las obligaciones y facultades que se expresan a continuación: d) Pueden examinar las condiciones higiénicas de los lugares de trabajo y las de seguridad personal que éstos ofrezcan a los trabajadores y, muy particularmente, deben velar porque se acaten todas las disposiciones en vigencia sobre previsión de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, dando cuenta inmediata a la autoridad competente, en caso de que no sean atendidas sus observaciones; pudiendo en caso de un peligro inminente para la salud y la seguridad de los trabajadores ordenar la adopción de medidas de aplicación inmediata.

El Reglamento sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo (Acdo. Presidencial número 28121957/1) (IGSS), indica en su articulado, lo siguiente:

Artículo 4. Todo patrono o su representante, intermediario o contratista debe adoptar y poner en práctica en lugares de trabajo, las medidas adecuadas de seguridad e higiene para proteger la vida, la salud y la integridad corporal de sus trabajadores, especialmente en lo relativo: a) A las operaciones y procesos de trabajo; b) Al suministro, uso y mantenimiento de los equipos de protección personal; c) A las edificaciones, instalaciones y condiciones ambientales; y d) A la colocación y

mantenimiento de resguardos y protecciones de las máquinas y de todo género de instalaciones.

Artículo 5. Son también obligaciones de los patronos: a) Mantener en buen estado de conservación, funcionamiento y uso, la maquinaria, instalaciones y útiles; b) Promover la capacitación de su personal en materia de higiene y seguridad en el trabajo; c) Facilitar la creación y funcionamiento de las "Organizaciones de Seguridad" que recomienden las autoridades respectivas; d) Someter a exámenes médicos a los trabajadores para constatar su estado de salud y su aptitud para el trabajo antes de aceptarlos en su empresa, y una vez aceptados, periódicamente para control de su salud; y e) Colocar y mantener en lugares visibles, avisos, carteles, etcétera, sobre higiene y seguridad.

Artículo 6. Se prohíbe a los patronos: a) Poner o mantener en funcionamiento maquinaria o herramienta que no esté debidamente protegida en los puntos de transmisión de energía, en las partes móviles y en los puntos de operación; y b) No permitir la entrada a los lugares de trabajo de trabajadores en estado de ebriedad o bajo la influencia de algún narcótico o droga enervante.

Artículo 7. En los trabajos que se realicen en establecimientos comerciales, industriales o agrícolas, en los que se usen materias asfixiantes, tóxicas o infectantes o específicamente nocivas para la salud, o en las que dichas materias puedan formarse a consecuencia del trabajo mismo, el patrono está obligado a advertir al trabajador el peligro a que se expone, indicarle los métodos de prevenir los daños y proveerle los medios de preservación adecuados.

Artículo 8. Todo trabajador estará obligado a cumplir con las normas sobre higiene y seguridad, indicaciones e instrucciones que tengan por finalidad protegerle en su vida, salud e integridad corporal. Asimismo estará obligado a cumplir con las recomendaciones técnicas que se le den en lo que se refiere al uso y conservación del equipo de protección personal que le sea suministrado, a las operaciones y procesos de trabajo, y al uso y mantenimiento de las protecciones de maquinaria.

Artículo 9. Se prohíbe a los trabajadores: a) Impedir que se cumplan las medidas de seguridad en las operaciones y procesos de trabajo; b) Dañar o destruir los resguardos y protecciones de máquinas e instalaciones, o removerlos de su sitio sin tomar las debidas precauciones; c) Dañar o destruir los equipos de protección personal o negarse a usarlos sin motivo justificado; d) Dañar, destruir o remover

avisos o advertencias sobre condiciones inseguras o insalubres; e) Hacer juegos o bromas que pongan en peligro su vida, salud o integridad corporal, o las de sus compañeros de trabajo; f) Lubricar, limpiar o reparar máquinas en movimiento, a menos que sea absolutamente necesario y que se guarden todas las precauciones indicadas por el encargado de la máquina; y g) Presentarse a sus labores o desempeñar las mismas en estado de ebriedad o bajo la influencia de un narcótico o droga enervante.

Artículo 10. Todo lugar de trabajo deberá contar con una "Organización de Seguridad". Estas organizaciones podrán consistir en comités de seguridad integrados con igual número de representantes de los trabajadores y del patrono, inspectores de seguridad o comisiones especiales según la importancia, necesidades y circunstancias del respectivo centro de trabajo. Las actividades de los comités, inspectores y comisiones se regirán por un reglamento especial.

Artículo 13. Los patronos estarán obligados a permitir y facilitar la inspección de los lugares de trabajo, con el objeto de constatar si en ellos se cumplen las disposiciones contenidas en los reglamentos de higiene y seguridad. Asimismo estarán obligados a permitir y facilitar en sus establecimientos, la realización de estudios sobre condiciones de higiene y seguridad.

Artículo 14. Los edificios que se construyan o se destinen para lugares de trabajo deben llenar en lo relativo a emplazamiento, construcción y acondicionamiento, los requisitos de higiene y seguridad que establece este Reglamento y otras disposiciones legales, o en su defecto, los que aconseje la técnica generalmente aceptada.

Artículo 15. Los locales de trabajo deben tener las dimensiones adecuadas en cuanto a extensión superficial y cubicación, de acuerdo con el clima, las necesidades de la industria y el número de laborantes que trabajen en ella.

Artículo 16. El piso debe constituir un conjunto de material resistente y homogéneo, liso y no resbaladizo, susceptible de ser lavado y provisto de declives apropiados para facilitar el desagüe. En las inmediaciones de hornos, hogares y en general toda clase de fuegos, el piso alrededor de estos y en un radio razonable debe ser adecuado, de material incombustible y cuando fuere necesario no conductor de cambios térmicos. Debe procurarse que toda la superficie de trabajo o pisos de los diferentes departamentos estén al mismo nivel; de no ser así, las escaleras o gradas deben sustituirse por rampas de pendiente no mayor de 15% para salvar las diferencias de

nivel. Las paredes deben ser lisas, repelladas, pintadas en tonos claros, susceptibles de ser lavadas y deben mantenerse siempre, al igual que el piso, en buen estado de conservación, reparándose tan pronto como se produzcan grietas, agujeros o cualquier otra clase de desperfectos.

Artículo 17. Los corredores o galerías que sirvan de unión entre los locales, escaleras u otras partes de los edificios y los pasillos interiores de los locales de trabajo tanto los principales que conduzcan a las puertas de salida como los de otro orden, deben tener la anchura adecuada de acuerdo con el número de trabajadores que deban circular por ellos y las necesidades propias de la industria o trabajo. La separación entre máquinas, instalaciones y puestos de trabajo deben ser la suficiente para que el trabajador pueda realizar su trabajo sin incomodidad, y para que quede a cubierto de posibles accidentes por deficiencia de espacio.

Artículo 18. Todos los locales de trabajo deben poseer un número suficiente de puertas, ninguna de las cuales se colocará en forma tal que se abra directamente a una escalera, sin tener el descanso correspondiente. Las escaleras que sirvan de comunicación entre las distintas plantas del edificio deben ser en número suficiente y ofrecer las debidas garantías de solidez, estabilidad, claridad y seguridad. El número y anchura de puertas y escaleras debe calcularse de tal forma que por ellos pueda hacerse la evacuación total del personal, en tiempo mínimo y de manera segura.

Artículo 19. Las trampas, pozos y aberturas en general, que existan en el suelo de los lugares de trabajo, deben estar cerrados o tapados, siempre que lo permita la índole de aquél y cuando no sea posible, deben estar provistos de sólidas barandillas y de rodapié adecuado que los cerquen de la manera más eficaz supliéndose la insuficiencia de protección, cuando el trabajo lo exija con señales indicadoras de peligro, colocadas en sus inmediaciones y en los lugares más visibles. En las aberturas o zanjas deben colocarse tablonces o pasarelas que deben ser sólidos, de suficiente anchura y provistos de barandillas y rodapiés adecuados.

- En los locales cerrados destinados al trabajo y en las dependencias anexas, el aire debe renovarse de acuerdo con el número de trabajadores, naturaleza de la industria o trabajo y con las causas generales o particulares que contribuyan, en cada caso, a viciar el ambiente o hacerlo incómodo.
- El aire de estos lugares de trabajo y anexos debe mantenerse en un grado de pureza tal, que no resulte nocivo para la salud del personal.

- Cuando haya posibilidad de que pueda llegar a serlo, se instalará un dispositivo que advierta al personal la presencia o el desprendimiento de cantidades peligrosas de sustancias tóxicas.
- La renovación del aire puede hacerse mediante ventilación natural o artificial, debiendo tenerse en cuenta la velocidad, forma de entrada, cantidad por hora y persona y sus condiciones de pureza, temperatura y humedad, con el objeto de que no resulte molesta o perjudicial para la salud de los trabajadores.

Artículo 21. La temperatura y el grado de humedad del ambiente en los locales cerrados de trabajo deben ser mantenidos, siempre que lo permita la índole de la industria, entre límites tales que no resulten desagradables o perjudiciales para la salud. Cuando en ellos existan focos de calor o elementos que ejerzan influencia sobre la temperatura ambiente o humedad, debe procurarse eliminar o reducir en lo posible tal acción por los procedimientos más adecuados, protegiendo en debida forma a los trabajadores que laboren en ellos o en sus proximidades.

Artículo 23. Los locales de trabajo deben tener la iluminación adecuada para la seguridad y buena conservación de la salud de los trabajadores.

- La iluminación debe ser natural, disponiéndose una superficie de iluminación proporcional a la del local y clase de trabajo, complementándose mediante luz artificial.
- Cuando no sea factible la iluminación natural, debe sustituirse por la artificial en cualquiera de sus formas, y siempre que ofrezca garantías de seguridad, no vicie la atmósfera del local, ni ofrezca peligro de incendio o para la salud del trabajador.
- El número de fuentes de luz, su distribución e intensidad, deben estar en relación con la altura, superficie del local y trabajo que se realice.
- Los lugares que ofrezcan peligro de accidente deben estar especialmente iluminados.
- La iluminación natural, directa o refleja, no debe ser tan intensa que exponga a los trabajadores a sufrir accidentes o daños en su salud.

Artículo 24. Todos los locales de trabajo y dependencias anexas deben mantenerse siempre en buen estado de aseo, para lo cual se realizarán las limpiezas necesarias.

No se permite el barrido ni operaciones de limpieza del suelo, paredes y techo susceptibles de producir polvo, para lo cual deben sustituirse por la limpieza húmeda practicada en cualquiera de sus diferentes formas o mediante la limpieza por aspiración. La limpieza deberá hacerse fuera de las horas de trabajo, siendo preferible hacerla después de terminar la jornada que antes del comienzo de ésta, en cuyo caso debe realizarse con la antelación necesaria para que los locales sean ventilados durante media hora, por lo menos, antes de la entrada de los trabajadores a sus labores.

Artículo 25. Cuando el trabajo sea continuo, deben elegirse para realizar la limpieza las horas en que se encuentre presente en los locales el menor número de trabajadores, extremándose en tal caso las medidas y precauciones para evitar los efectos desagradables o nocivos de la operación.

Además de lo relativo al estado y manejo de la maquinaria y equipo en el trabajo.

En 1989 se emite la Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4-89 del Congreso de la República), reformada en 1996 (Decreto 110-96 del Congreso de la República). Esta ley pretende asegurar el funcionamiento óptimo de los procesos ecológicos esenciales y de los sistemas naturales vitales para beneficio de todos los guatemaltecos, lograr la conservación de la vida silvestre del país, alcanzar la capacidad de utilización sostenida de las especies y ecosistemas en todo el territorio nacional, defender y preservar el patrimonio natural de la nación y establecer áreas protegidas en el territorio nacional, con carácter de utilidad pública e interés social. Adicionalmente, la ley establece en su artículo 88 que todas las áreas protegidas legalmente declaradas por decreto ley o acuerdo gubernativo constituyen el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP). Asimismo, las áreas protegidas bajo manejo que no han sido legalmente declaradas, pero que sin embargo se encuentran en alguna fase de estudio para su aprobación legal, se declaran oficialmente establecidas por esta ley.

El Congreso de la República de Guatemala en mayo de 1996, aprobó la Resolución 27-96, estableciendo la Lista Roja de Flora y Fauna Silvestre de Guatemala. Esta resolución identifica una lista de especies protegidas en Guatemala y establece lineamientos para la utilización y conservación de las especies protegidas identificadas en la lista. La lista y la implementación de los lineamientos son responsabilidad del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP).

Por su parte, la nueva Ley Forestal (Decreto 101-96), declara de urgencia nacional y de interés social la reforestación y la conservación de los bosques, para lo cual se propiciará el desarrollo forestal y su manejo sostenible. La responsabilidad de la aplicación de la ley recae en el Instituto Nacional de Bosques (INAB). El Capítulo II, Obligaciones y proyectos de Repoblación Forestal, en el Artículo 67, Obligaciones de la repoblación forestal indica que: Adquieren la obligación de repoblación forestal las personas individuales o jurídicas que: a) Efectúen aprovechamientos forestales de conformidad con las disposiciones contenidas en esta ley; b) Aprovechen recursos naturales no renovables en los casos previstos en el artículo 65 de esta ley; c) Corten bosque para tender líneas de transmisión, oleoductos, lotificaciones y otras obras de infraestructura; d) Corten bosque para construir obras para el aprovechamiento de recursos hídricos, o que como resultado de estos proyectos, se inunde áreas de bosque; y, e) Efectúen aprovechamiento de aguas de lagos y ríos de conformidad con el artículo 128 de la Constitución Política de la República de Guatemala.

Ley de Protección del Patrimonio Cultural: La legislación vigente para la protección arqueológica es el Decreto 26-97, modificado por el Decreto 81-98 del Congreso de la República de Guatemala que corresponde a la Ley para la Protección del Patrimonio Cultural de la Nación en su Capítulo II en los artículos del 4 al 17, los cuales corresponden a la Protección de Bienes Culturales. El Artículo 2, Patrimonio Cultural, indica que: Forman el patrimonio cultural de la Nación los bienes e instituciones que por ministerio de ley o por declaratoria de autoridad lo integren y constituyan bienes muebles o inmuebles, públicos y privados, relativos a la paleontología, arqueología, historia, antropología, arte, ciencia y tecnología, la cultura en general, incluido el patrimonio intangible, que coadyuven al fortalecimiento de la identificación nacional.

El Artículo 9, Protección, indica que: Los bienes culturales protegidos por esta ley no podrán ser objeto de alteración alguna salvo en el caso de intervención debidamente autorizada por la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural. Cuando se trate de bienes inmuebles declarados como Patrimonio Cultural de la Nación o que conforme un Centro, conjunto o Sitio Histórico, será necesario además, autorización de la Municipalidad bajo cuya jurisdicción se encuentre. El Artículo 12, Acciones u Omisiones indica que: Los bienes que forman el Patrimonio Cultural de la Nación no podrán destruirse ni alterarse total, parcialmente, por acción u omisión de personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras.

El Artículo 15, Protección, se refiere a que: La protección de un bien cultural inmueble comprende su entorno ambiental. Corresponderá a la Dirección General del Patrimonio

Cultural y Natural, a través del Instituto de Antropología e Historia, delimitar el área de influencia y los niveles de protección. El Artículo 31, Propiedad de bienes inmuebles indica que: Los propietarios de bienes inmuebles colindantes con un bien cultural sujeto a protección, que pretenda realizar trabajos de excavación, cimentación, demolición o construcción, que puedan afectar las características arqueológicas, históricas o artísticas del bien cultural, deberán obtener, previamente a la ejecución de dichos trabajos, autorización de la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural, la que está facultada para solicitar ante el juez competente la suspensión de cualquier obra que se inicie, sin esta autorización previa.

En el 2002 se actualizó el Código Municipal (Decreto 12-2002). En el Capítulo II, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Integral, Artículo 147, Licencia o Autorización Municipal, establece que la municipalidad está obligada a formular y efectuar planes de ordenamiento territorial y de desarrollo integral de su municipio, en los términos establecidos por las leyes. Las lotificaciones, parcelamientos, urbanizaciones y cualquier otra forma de desarrollo urbano o rural que pretenda realizar o realicen el Estado o sus entidades o instituciones autónomas y descentralizadas, así como personas individuales o jurídicas, deberán contar con la licencia municipal correspondiente.

El Artículo 148, Garantía de Cumplimiento indica que: Previo a obtener la licencia municipal a que se refiere el artículo anterior, las personas individuales o jurídicas deberán garantizar el cumplimiento de la totalidad de las obligaciones que conlleva el proyecto hasta su terminación a favor de la municipalidad, que deba extenderla a través de fianza otorgada por cualquiera de las compañías afianzadoras autorizadas para operar en el país, por un monto equivalente al avalúo del inmueble en que se llevara a cabo, y efectuado por la municipalidad respectiva. Si transcurrido el plazo previsto el proyecto no se termina, la compañía afianzadora hará efectivo el valor de la fianza a la municipalidad correspondiente para que esta concluya los trabajos pendientes. En el Título VIII, el Código Municipal establece el Régimen Sancionatorio aplicable.

Normas internacionales utilizadas en el país:

Las instituciones financieras y de seguros tienen ciertas políticas y lineamientos de revisión y evaluación ambiental que deben ser observadas por los promotores de los proyectos, para ser sujetos de préstamos. Entre estas instituciones se incluye la OPIC, el Banco Mundial (BM), su agencia privada, la Corporación Financiera

Internacional (IFC), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), entre otros. El Banco Mundial y las demás instituciones han publicado procedimientos, manuales y lineamientos para la preparación de las evaluaciones ambientales; por consiguiente, además de los requerimientos del MARN, el presente estudio de EIA ha incorporado los lineamientos del Banco Mundial, así como de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

En los cuadros 6.2, 6.3, 6.4 y 6.5 se indican las guías de la Organización Mundial de la Salud, OMS y Banco Mundial para los parámetros de calidad del aire y niveles de sonido; así como sobre efluentes de la actividad minera. El valor de referencia de US Bureau of Mines de los Estados Unidos de Norteamérica se utiliza para las vibraciones.

Cuadro 6.2 Estándares utilizados como valores guía de calidad del aire

Parámetro	Descripción	Concentración (µg/m ³)
PM ₁₀	Máximo promedio de 24 horas	50
SO ₂	Máximo promedio de 24 horas	20
NO ₂	Promedio anual	40
Metales en PM ₁₀	N.L.	N.L.

Fuente: International Financial Corporation - World Bank Group. Mining Environment, Health and Safety Guidelines, Air Emissions and Ambient Air Quality. USA. 2007. NL: No tiene límite en las guías consultadas. µg/m³: microgramos por metro cúbico.

Cuadro 6.3 Guías de calidad del aire ambiente OMS^{7,8}

Contaminante	Periodo de promedio	Valor guía en mg/m ³
Dióxido de azufre (SO ₂)	24 horas	125 (límite provisional -1)
		50 (límite provisional -2)
		20 (guía)
	10 minutos	500 (guía)
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	1 año	40 (guía)
	1 hora	200 (guía)
Material particulado MP ₁₀	1 año	70 (límite provisional -1)
		50 (límite provisional -2)
		30 (límite provisional -3)
		20 (guía)
	24 horas	150 (límite provisional -1)
		100 (límite provisional -2)
		75 (límite provisional -3)
		50 (guía)

Cuadro 6.4 Estándares de Presión Sonora

Promedio	Horario	Guía del Banco (dB) Residencial; institucional; educativo	Guía del Banco (dB) Industrial; Comercial
Diurno	De 07:00 a 22:00 horas	55	70
Nocturno	De 22:00 a 07:00 horas	45	70

Cuadro 6.5 Niveles de contaminantes

Contaminantes	Unidades	Valor indicativo
Sólidos en suspensión totales	mg/L	50
pH	S.U-	6 – 9
DQO	mg/L	150
DBO ₅	mg/L	50
Aceite y Grasa	mg/L	10
Arsénico	mg/L	.10
Cadmio	mg/L	0.05
Cromo (VI)	mg/L	0.01
Cobre	mg/L	0.3
Cianuro	mg/L	1
Cianuro Libre	mg/L	0.1
Cianuro disociable en ácido débil	mg/L	0.05
Hierro (total)	mg/L	2.0
Plomo	mg/L	0.2
Mercurio	mg/L	0.002
Níquel	mg/L	0.5
Fenoles	mg/L	0.5
Cinc	mg/L	0.5
Temperatura	°C	< 3 grados de diferencia

Nota las concentraciones de metales representan metales totales.

7. INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO

7.1 Infraestructura y Equipo de la Mina

La inversión necesaria para el desarrollo del Proyecto Minero Escobal está integrada de la siguiente manera:

Rubro	Costo Estimado US\$	Costo Estimado Q.
Desarrollo de mina subterránea	21.100,000.00	163.525,000.00
Equipos e instalación de mina subterránea	45.700,000.00	354,175,000.00
Planta de proceso y depósito de colas	96.000,000.00	744.000,000.00
Edificios de apoyo (facilidades)	28.800,000.00	223.200,000.00
Energía eléctrica	11.800,000.00	91.450,000.00
Perforación y usos del agua	8.300,000.00	64.325,000.00
Fletes/Funciones/Utilidades/puesta en marcha	26.000,000.00	201.500,000.00
Contingencias	39.000,000.00	302.250,000.00
Otros costos (tierras, estudios, licencias, etc.)	48.300,000.00	374.325,000.00
	325.000,000.00	2,518.750,000.00

La inversión inicial del proyecto se realizará durante la fase de construcción; adicionalmente al monto de inversión se han contemplado US\$10.000,000 (diez millones) para la implementación de las medidas de mitigación y cierre final de la mina.

7.2 Costos Operacionales

Los costos operativos se presentan en la siguiente tabla, indicando los costos anuales en Dólares de los estados Unidos de América, así como en Quetzales, realizando la proyección para la el periodo de operación. Los costos de operación anual promedian 70.2 millones de dólares. Esto incluye mano de obra y gastos de mantenimiento y operación. De esto, aproximadamente 17 millones de dólares será para mano de obra, o salarios.

Costos	Dólares por Año	Dólares Vida del Proyecto
Personal	17,000,000.00	306,000,000.00
Operación y Mantenimiento	53,200,000.00	957,600,000.00
	70,200,000.00	1,263,600,000.00

Costos	Quetzales por Año	Quetzales Vida del Proyecto
Personal	132,600,000.00	2,386,800,000.00
Operación y Mantenimiento	414,960,000.00	7,469,280,000.00
	547,560,000.00	9,856,080,000.00

Con una inversión inicial del orden de los US\$ 326,6 millones, más US\$ 105 millones de inversión en los siguientes años, y costos anuales de operación estimados en US\$ 70.2, el proyecto abrirá oportunidades laborales directas para 575 personas. Aproximadamente 17 millones de dólares anuales se pagarán en salarios.

El proyecto generará regalías e impuestos al Gobierno Guatemalteco, por alrededor de 16.5 millones de dólares en impuestos y regalías al gobierno central por año y aproximadamente 3 millones de dólares en impuestos y regalías a la municipalidad anualmente. Adicionalmente se conformará una asociación de ex propietarios de terrenos, a quienes se entregará una participación en las utilidades de la mina equivalentes al ½% (0.5%).

8. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO

8.1 Geología

Este inciso ha sido elaborado basado en la información proporcionada por el Departamento de Geología de la Empresa, del Estudio Hidrogeológico realizado para el EIA de los túneles y la actualización del mismo que se preparó para el presente estudio, el cual se adjunta en el Anexo 13.

8.1.1 Aspectos geológicos regionales

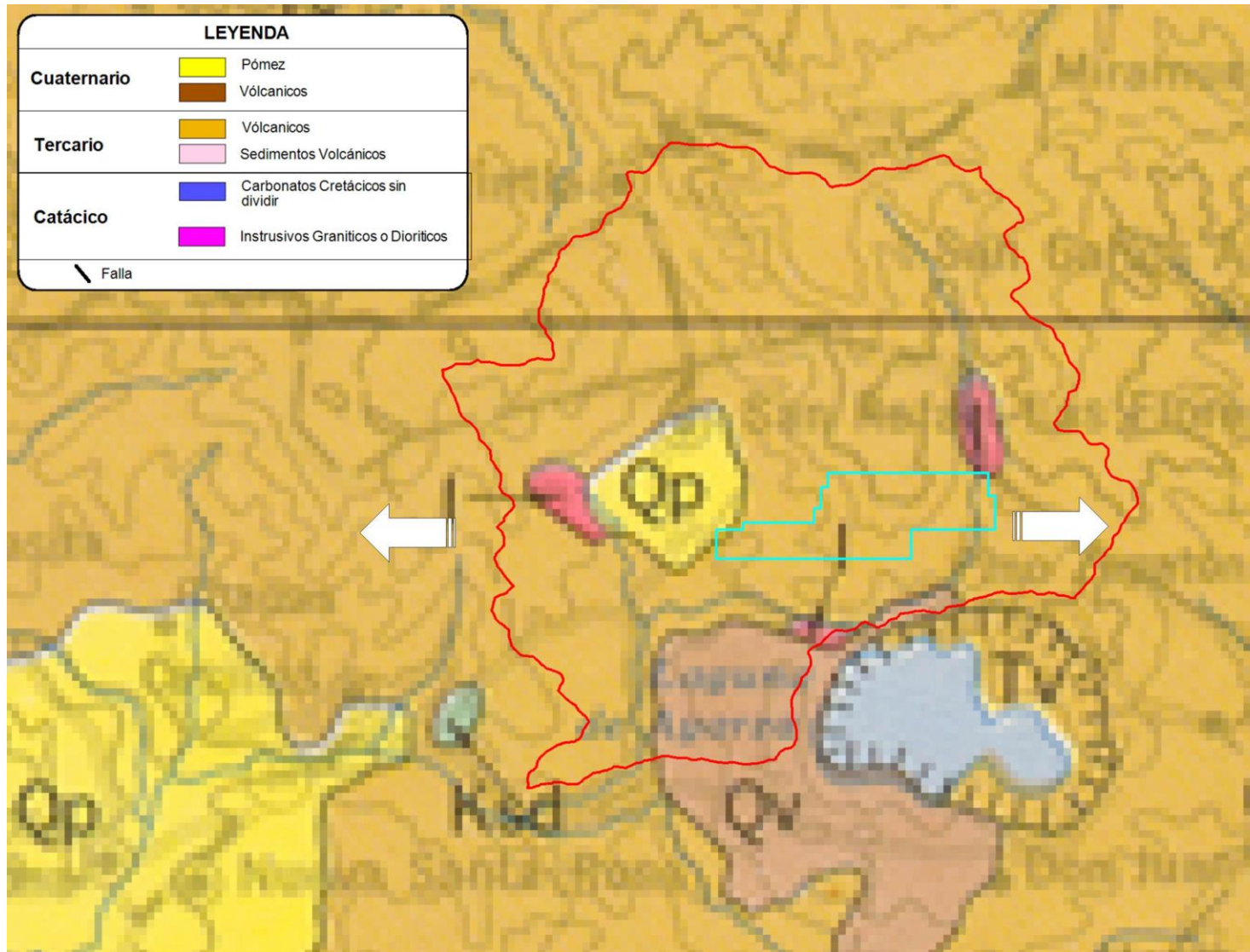
Según el Mapa Geológico General de la República de Guatemala a escala 1:500,000¹, el área de licencia a solicitar “Escobal” se encuentra dominada por rocas de origen volcánico, lo que se evidencia por estar situada en la cadena volcánica, donde se notan rasgos característicos en los alrededores, tales como la depresión de la Laguna de Ayarza, que se ha definido como una antigua caldera volcánica al S-SE del área de la licencia de exploración.

Para una descripción regional un poco más cercana en escala, se utilizó el mapa Geológico de la Hoja Guatemala escala 1:250,000 para abordar la distribución de las unidades geológicas y los aspectos tectónicos relevantes que allí se indican. Las unidades de roca que se encuentran distribuidas en el área según la Figura 8.1, son: Las más antigua (I) de edad pre-Pérmico, Cretácico y Terciario que son rocas plutónicas que incluyen granitos y dioritas, en el límite este, oeste y sur de la Licencia de Exploración. Se reportan calizas o por lo menos sedimentos carbonatados sin dividir (Kcs) en la parte sur y suroeste.

Otra unidad que es la más común dentro del área de estudio, se identifica como de edad Terciaria (Tv) y son rocas volcánicas con ocurrencias de tobas, coladas de lava, material lahárico y sedimentos volcánicos, distribuidos casi en toda el área de la licencia a solicitar. La unidad más joven es del Cuaternario (Qp), que son rocas pomáceas con ocurrencias variadas de granulometría y que se concentran principalmente en la zona en las cercanías de San Rafael Las Flores, en la parte Centro-oeste del área de estudio.

¹ Mapa Geológico Regional de la República de Guatemala escala 1:500,000, Color. IGN.

Figura 8.1 Mapa de la Geología Regional en la que se enmarca el área del proyecto para la licencia a solicitar. Se muestra en celeste el área de la licencia a solicitar y en rojo se delimita la cuenca alta del río Los Esclavos correspondiente al río Tapalapa. Las flechas blancas indican la dirección de la tensión. Modificado de IGN, 1993.



El área se localiza en el bloque Chortís, Placa tectónica del Caribe, en donde por la interacción del límite de placas con la Norteamérica (Bloque Maya), con un sistema sinistral (Fallas Motagua Polochic) y al sistema al sur de la zona de subducción de la Placa Cocos, se han desarrollado otros rasgos estructurales de gran importancia como son la falla de Jocotán y la falla de Jalpatagua (Figura 8.2).

Estas a su vez tienen relación con otras fallas menores que se encuentran en sistemas paralelos a las mismas o bien en sistemas de fallas perpendiculares, que están asociadas a resultantes de elipses de deformación con el eje de alargamiento Este-Oeste. En este sentido, el modelo tectónico para Guatemala (Helen Lyon-Caen, et al, 2009; Figura 8.3), muestra una distensión Este-Oeste que se asocia con el esfuerzo tectónico R3R, y es coherente con el mapa regional presentado en la Figura 8.1. Desde el punto de vista de la tectónica regional, el área se encuentra en una zona que en general se encuentra en distensión y a la que pertenecen una serie de depresiones tectónicas conocidas como graben, el de Ipala es un buen ejemplo de estos.

Por el entorno tectónico y la evolución geodinámica de la región, el bloque Chortís puede ser un mosaico de diferentes fragmentos de corteza de diverso origen. El margen norte del bloque Chortís es una cordillera de rocas metamórficas y plutónicas que se prolonga hacia Honduras. Esta compleja provincia incluye rocas ígneas y metamórficas Paleozoicas y Precámbricas, capas rojas, carbonatos, clásticos y rocas volcánicas Mesozoicas, y rocas marinas, continentales y volcánicas Cenozoicas.

El basamento metamórfico del bloque Chortís, está cubierto por una gruesa secuencia de rocas sedimentarias Mesozoicas continentales y marinas, que han sido descritas con más detalle en Honduras. Esta secuencia es considerablemente diferente a la secuencia Mesozoica del bloque Maya Adyacente. Rocas Cretácicas están conformadas por areniscas y lutitas, unidades de calizas como el Grupo Yojoa que es la más notoria topográficamente y está ampliamente distribuida desde el Sur de Guatemala, a través de Honduras, hasta el Norte de Nicaragua.

Las rocas post Albianas del Cretácico, también de gran espesor y extensión se componen principalmente de capas rojas continentales con intercalaciones locales de caliza y yeso (Grupo Valle de Los Ángeles, formación Subinal). Se conocen también rocas intrusivas que desde el Cretácico Medio al Terciario Temprano.

Figura 8.2 Localización Esquemática del bloque Chortí en Guatemala, predominan en la geología superficial las rocas volcánicas y la parte que interesa para efectos de este estudio es la parte SE del bloque (ver recuadro rojo).
 Modificado de Sedlock, et al, 1993 en E. Pérez, 2000.

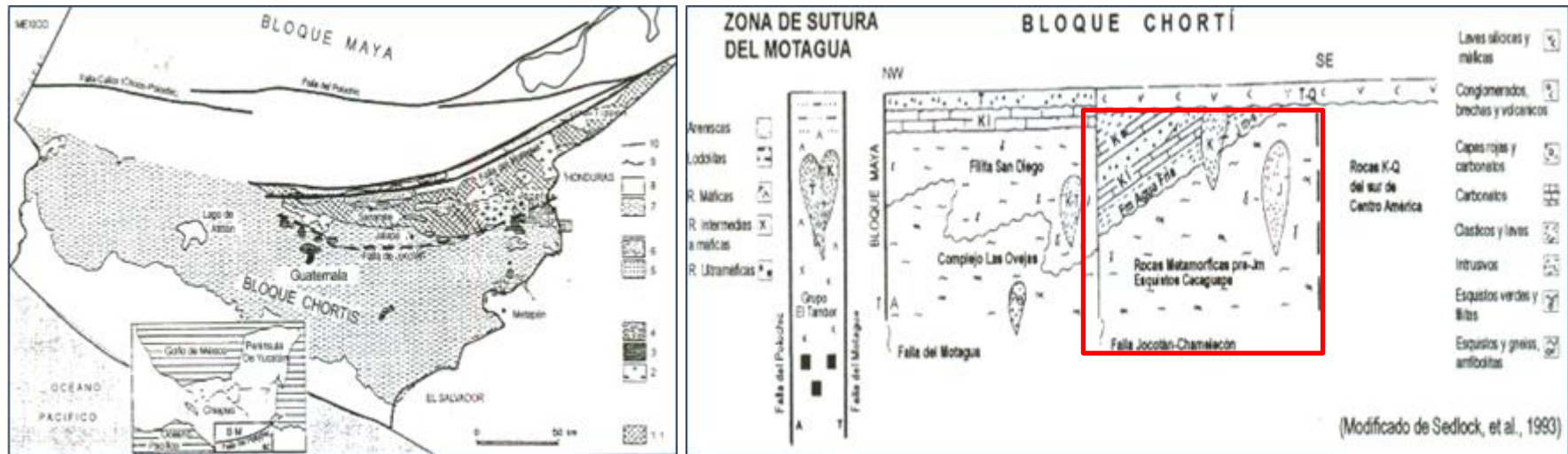
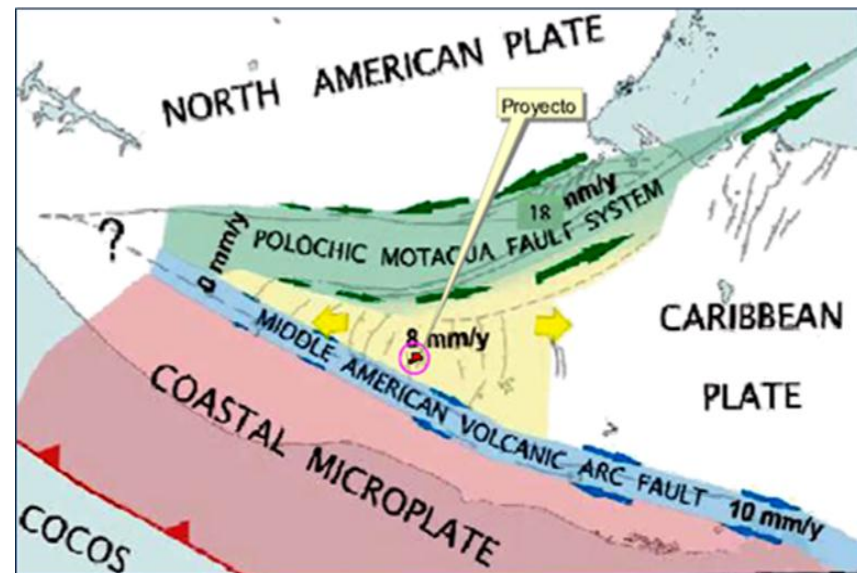


Figura 8.3 Modelo esquemático de la tectónica que afecta al bloque Chortí con su interrelación con la zona de sutura del sistema Motagua –Polochic (bloque Maya) y la Placa Cocos al sur. Se indica en verde el sistema de fallas Polochic Motagua (sinestral) con una tasa de desplazamiento de 18mm/año; el sistema de fallas del arco volcánico (falla de Jalpatagua, dextral) con una tasa de desplazamiento de 10mm/año. Por último el sistema distensivo con formación de grabens donde pueden predominar teóricamente fallas normales, pero que no se descartan fallas de rumbo que dé el mismo mecanismo de distensión E-W, con una tasa de apertura de 8 mm/año. Tomado de H. Lyon-Caen, 2009.



El Terciario está caracterizado por depósitos de capas rojas posiblemente del Mioceno o más antiguas, rocas sedimentarias marino-restringidas sobre el lado caribeño del bloque y flujos de lava extensos y de gran espesor. Basalto y andesitas de posible edad Oligocena ocurren en la base e ignimbritas riolíticas del Mioceno al Plioceno, ocurren en la parte media y superior.

Las rocas volcánicas Cuaternarias caen en dos grupos dentro del bloque; aquellas paralelas a la costa del Pacífico y que son parte de la Cadena Volcánica del Pacífico Centroamericana, y aquellas asociadas con fallas y grabens de tendencia N-S en el W del Salvador y SE de Guatemala.

8.1.1.1 Aspectos hidrogeológicos regionales

De interés resulta indicar que las rocas del área de estudio pueden ser clasificadas hidrogeológicamente en 3 grupos: el grupo de Basamento, el grupo volcánico Terciario y el volcánico Cuaternario, en orden ascendente.

El grupo de basamento está constituido por las rocas metamórficas, las series Cretácicas incluidas las intrusivas que se categorizan hidrogeológicamente como el basamento impermeable de las cuencas de las aguas subterráneas. Las series de cretáceo se dividen, litológicamente, en 3 subgrupos, a saber: a) calcáreo inferior, b) volcánico medio (rocas basálticas) y c) clástico superior.

El grupo volcánico Terciario consta totalmente de materiales volcánicos del mioceno al paleoceno y se divide en 2 subgrupos: el inferior y el superior. El subgrupo inferior está compuesto, principalmente, traquiandesitas, tobas soldadas dacíticas, mientras que el subgrupo superior consta de piroclásticos riolíticos, andesíticos basálticos, lodo volcánico y toba. El espesor del grupo volcánico terciario es variable dependiendo de su origen en el área de erupción volcánica. Las rocas de este grupo donde están altamente fracturadas pueden formar los acuíferos locales.

El grupo volcánico Cuaternario se divide en 3 subgrupos: el volcánico pleistocénico, el volcánico holocénico y el de depósitos aluviales. El volcánico del pleistocénico (Qp) se compone, principalmente, de sedimentos de pómez (tipos piroclásticos de flujos y de caída). Generalmente, estos sedimentos de pómez están solidificados y parcialmente acompañados de depósitos lacustres. Estos pueden formar buenos acuíferos someros, principalmente donde los piroclastos son de buen espesor.

El volcánico del holoceno (Qv), compuesto de flujos de lava, flujos de lodo volcánico (depósitos), tobas, conos y domos, se distribuye a lo largo de la cadena volcánica en dirección NO-SE. Los depósitos aluviales (Qa) yacen principalmente, a lo largo de los valles y de las riberas lacustres y se componen de sedimentos secundarios de los materiales volcánicos ya mencionados.

En general los materiales piroclásticos tienen buenas posibilidades de formar acuíferos someros, si no se encuentran muy compactados, mientras que para las rocas extrusivas dependerá de su conductividad hidráulica, normalmente condicionada por el fracturamiento del macizo rocoso para que se encuentren buenos acuíferos.

Dada la orientación de las estructuras principales de la región (fallas principalmente) podría esperarse un flujo de agua subterránea con movimiento del norte hacia el sur, o en abanico de manera general al SE y SW.

8.1.2 Aspectos geológicos locales

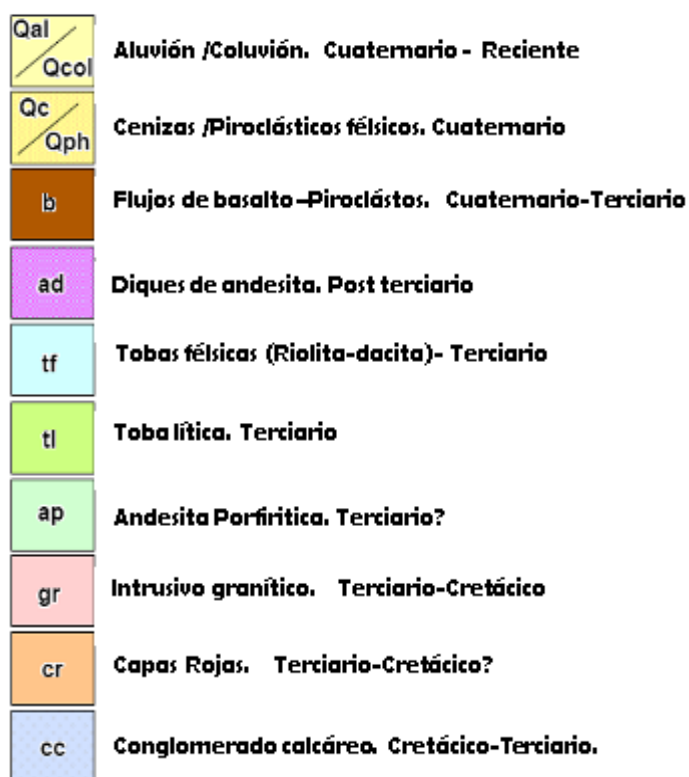
La geología local para el presente estudio se describe con relación al mapa de litologías elaborado por el Departamento de Geología de Minera San Rafael, cuyo ordenamiento estratigráfico con base en la posición relativa y de edad de las unidades se refleja en la descripción de la nomenclatura utilizada para describir las unidades identificadas (Figura 8.4) que se ubican en orden de la unidad más vieja en la base y la más joven en el tope de la secuencia.

Estas unidades identificadas en superficie, en esta primera etapa de exploración, se muestran en el mapa geológico local para la licencia a solicitar (Figura 8.5) cuyo original está a una escala 1:10,000 pero por el tamaño de presentación de dicho plano, se dibujó a una escala de presentación 1:35,000, pero con el detalle del anterior. Para efectos de este estudio se valida muy bien la distribución de las unidades litológicas dentro del área de la licencia a solicitar a esta escala de presentación.

El área de licencia está subyacida por la unidad de Capas Rojas, que forma el basamento relativo para el área, y se compone de una serie de sedimentos volcanoclásticos que incluyen limolitas areniscas finas a gruesas y tobas así como conglomerados líticos de caliza (algunas veces fanglomerados). Esta formación podría

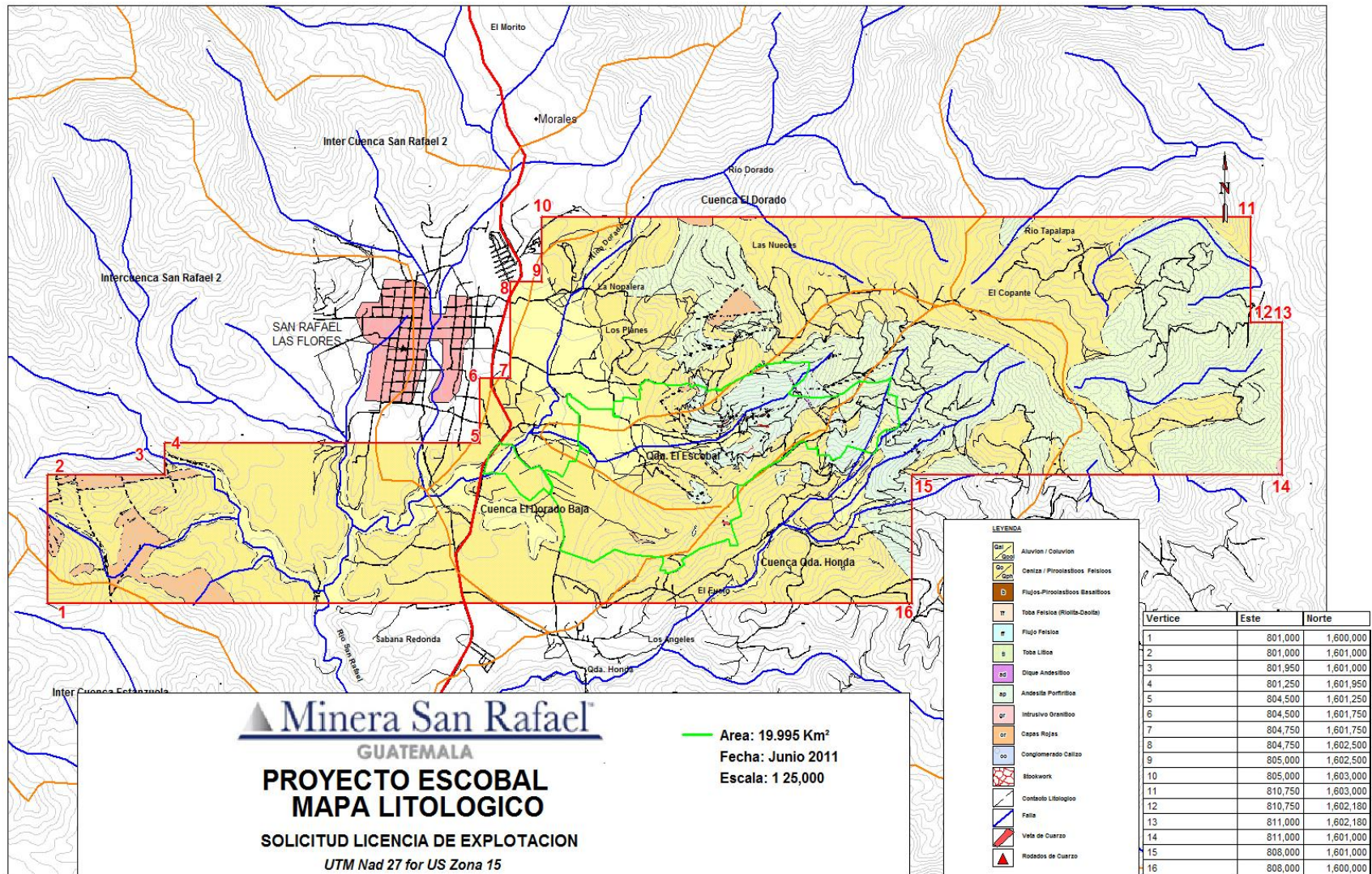
atribuirse a la formación Subinal, pero por la posición del área en el bloque Chortís, queda mejor correlacionada con el Grupo Valle de Los Ángeles, descrita muy bien para el SW de Honduras cerca del límite con Guatemala. No es meta en este estudio definir formalmente las unidades litológicas, se cumplen los objetivos con indicar el tipo de roca, su posición y distribución en el área de licencia de exploración.

Figura 8.4 Unidades litológicas de superficie identificadas para el área de Licencia a solicitar “Escobal”, presentadas a manera de columna estratigráfica local para el área de estudio. Tomado de Minera San Rafael, 2010.



Las capas rojas están sobre-yacidas inconformemente por un flujo de andesitas porfíricas de grano medio y masivo, y por tobas líticas compuestas de grano fino a grueso. En el área también se encuentran diques andesíticos magnéticos, esta es la formación más joven en el área del proyecto y corta todas las demás unidades de roca. Una unidad delgada irregular de piroclastos (pomáceos en general) del Cuaternario descansa sobre todas las otras unidades litológicas más antiguas, la extensión de los piroclastos cubre una gran porción del área del proyecto. Al Sur del área de licencia se expresa la caldera volcánica de Ayarza, un lago formado en un cráter de un estrato-volcán que presenta fracturas circulares.

Figura 8.5 Mapa del área de Licencia a solicitar “Escobal” y de la microcuenca de la quebrada Escobal. Modificado de Minera San Rafael, 2010



Las unidades litológicas se nombran de la más antigua a la joven en edad y corresponden a las designaciones expresadas en los mapas.

a) Secuencia de Capas Rojas (cr)

En la base de esta secuencia, aunque no muy claramente en el área puede encontrarse un paquete de sedimentos calcáreos (cc) del tipo fanglomerado (comunicación verbal del Ing. R. Muñoz), por lo que se incluirá junto con las capas rojas, pero pudiendo ser más antigua que esta (posiblemente del Cretácico superior).

Las capas rojas son una secuencia sedimentaria volcanoclástica relacionada a las capas rojas regionales que forman el basamento del área del proyecto en la Quebrada Escobal. Se encuentra aflorando en el área y probablemente sea de edad Cretácica a Terciaria. Estas rocas se cree que se correlacionan con la formación Subinal, que es una secuencia continental clástica que se distribuye a través del centro y sureste de Guatemala, pero como ya se dijo, es probable que se correlacionen mejor con la formación Valle de Los Ángeles.

En este sentido, la secuencia de capas rojas superior del Grupo Valle de Los Ángeles descrita en el SW de Honduras cerca de la frontera con Guatemala, son generalmente de grano más fino y más uniformemente roja que la secuencia inferior. Típicamente consiste de arenisca fina, limolita, lutita y arcillita de color rojo ladrillo, parduzco a marrón, y localmente tiene capas de conglomerado de guijas-guijarros de caliza redondeados en una matriz arenosa cuarzosa roja. Los detritos volcánicos son comunes en partes de la secuencia, yeso nodular o diseminado está presente localmente en la parte más inferior.

Aunque rocas del Grupo Valle de Los Ángeles no están descritas en la porción del Bloque Chortís en Guatemala, se incluye en esta descripción porque constituye una unidad fundamental en la estratigrafía del bloque, y es posible que porciones de la misma en el SE de Guatemala sean equivalentes a esta unidad (E. Pérez, 2000). Debido a la similitud litológica y posición estratigráfica, es posible que algo de lo que se ha mapeado como Formación Subinal, pueda ser equivalente con el Grupo Valle de Los Ángeles. Esta unidad ha sido mapeada en el SW de Honduras y el NW de El Salvador cerca de la frontera oriental de Guatemala.

La secuencia volcanoclástica en el área de El Escobal contiene sub-unidades piroclásticas, andesita y tobas intercaladas con limolitas, areniscas (Figura 8.6) y conglomerados. Los estratos individuales varían desde 5 a 200 metros de espesor.

La unidad está irregularmente distribuida en ventanas expuestas por la erosión diferencial, y tiene un espesor mínimo que bien puede alcanzar los 500 metros.

Figura 8.6 Areniscas finas pardas que pertenecen a la unidad de capas rojas. En una quebrada entre Los Planes y El Granadillo.



b) Andesita porfirítica (ap)

Una unidad de andesita porfirítica descansa inconformemente sobre el basamento de sedimentos a través del área de la veta El Escobal. La andesita es masiva de grano medio con textura porfirítica (Figura 8.7), compuesta de fenocristales de feldespato, biotita y cuarzo, con una matriz afanítica (de grano fino). El origen de esta unidad se considera de tipo intrusivo o como un domo, que dio origen a una textura fina muy consistente y que no muestra su formación mineralógica.

Esta unidad tiene afloramientos más reconocibles en el área de la Quebrada Escobal, parte media y superior y también ha sido definida en perforaciones prospectivas sobre espesores de 500 metros. Las secciones geológicas sugieren que el propio tiene un buzamiento de contacto bastante inclinado respecto a los sedimentos. Por inferencia en datos de la geología regional y la relación de la geología regional esta unidad puede tener una edad del Mioceno Superior.

Figura 8.7 Andesitas porfiríticas en la cabecera y en el punto de monitoreo de agua SW-1 de la Quebrada Escobal, arriba y abajo respectivamente



En algunos sitios dentro de la parte media de la Quebrada Escobal se pueden encontrar algunos bloques de coluvios recientes donde se observan restos de columnas andesíticas pentagonales, que se corresponden con flujos de lava que han enfriado rápidamente en la paleopendiente (Figura 8.8). Algunas partes de esta unidad presentan una textura fina donde se reconoce como andesita pero no porfirítica, como es de esperarse según el enfriamiento de la masa rocosa se haya enfriado más rápido o más lento.

Figura 8.8 Coluvión con bloques de andesita de columna pentagonal en la Quebrada Escobal cerca del Portal Este



c) Toba lítica (tl)

Una a unidad de tobas líticas que es posterior a la mineralización o que sobryace al pórfido de andesita en la porción Noreste del área de El Escobal. Esta unidad consiste de flujos tobaceos blanquecinos con partículas angulares a subangulares con tamaño

que varía de lapilli hasta guijarros de composición basáltica y riolítica. Esta unidad cubre el sector Este de la zona de la veta de El Escobal, el espesor de los estratos es de 50 a 150 metros y se adelgaza hacia la dirección Este donde la erosión es más evidente.

d) Diques de andesita (ad)

Varios diques de andesita cortan a las unidades más antiguas presentes en la zona, estos diques ocurren en el sector Este de la veta El Escobal donde los cuerpos de las vetas pueden seguirse por más de tres kilómetros a lo largo de la dirección N40°W. Los diques son cuerpos tabulares casi verticales que varían de espesor desde 20 cm hasta 10 m. La composición mineralógica de los diques es de feldespato de cristales heudrales inmersos en una matriz de grano fino. Los diques son generalmente magnéticos, aunque el magnetismo varía en intensidad con el grado de la meteorización y alteración.

e) Cenizas de caída/Piroclastos félsicos (Qc/Qph)

Una cobertura de cenizas no litificadas y tobas ricas en pómez, algunas del tamaño de los lapillis gruesos como los que se presentan en las cercanías de San Rafael Las Flores (Figura 8.9), cubren la mayor parte de los altos topográficos en el área, el espesor es variable aunque son comunes espesores de varios metros sobre las serranías y las pendientes de los cerros.

Figura 8.9 Piroclastos de pómez del orden de los lapillis finos y gruesos cerca de San Rafael Las Flores



Las cenizas y materiales de caída están erosionados por la escorrentía y en los valles, pueden ocurrir depósitos de más de 20 metros de espesor de materiales

transportados y reabajados. La unidad de cenizas está compuesta por dos capas una basal de grano muy grueso no consolidada y de granos heterolíticos y una capa superior de grano medio a fino de ceniza no consolidada.

f) Unidad de Aluvión/Coluvión (Qal/Qcol)

Depósitos aluviales y de derrumbe, de edad reciente, posiblemente Cuaternarios a Recientes. Sin ningún tipo de estructura sedimentaria, caótico, composición heterolítica, espesores menores a 5 metros, distribuidos principalmente en las zonas del drenaje principal y en las pendientes activas donde se desliza pendiente abajo el material de coluvión.

8.1.2.1 Caracterización Geoquímica

A continuación se hace una descripción de las caracterizaciones químicas del suelo y subsuelo de las áreas de trabajo (Drenaje Acido), para ello se analizaron muestras de los principales tipos de roca en laboratorios certificados de Estados Unidos. Los análisis se centraron en el comportamiento ambiental a largo plazo de los materiales y su potencial de provocar impactos en el medio, sobre todo en el agua.

Con este fin, se definió el conjunto de muestras considerando los siguientes criterios: Que fuera roca estéril; Representatividad dentro del rango de litologías presentes; Que estuviese a 25 metros del piso y del techo de la zona mineralizada; y, que fueran representativas en intervalos de 20 metros en profundidades variables (desde 24 metros hasta 383.2 metros). Lo anterior dio como resultado la colecta de 47 muestras, las cuales fueron enviadas a McClelland Laboratories Inc. en Nevada, Estados Unidos y SVL Analytical, Estados Unidos, cuyos resultados se adjunta en Anexo 8. En La Figura 8.10, se muestra la ubicación de cada una de las 47 muestras.

A cada una de las muestras se procedió a realizarles la aplicación del método ABA (Acid Base Accounting, por sus siglas en ingles), procedimiento estándar de la industria para determinar el potencial de generación de ácidos (o neutralización de ácidos) de la roca. El procedimiento involucra la evaluación de dos parámetros: Potencial de Neutralizar Acido (ANP); y, Potencial de Generar Acido (AGP). Estos parámetros se usaron posteriormente para calcular índices interpretativos, como el NNP (Potencial Neto de Neutralización), que es la diferencia entre los valores de ANP y AGP y el NPR, que es el cociente entre ANP y AGP.

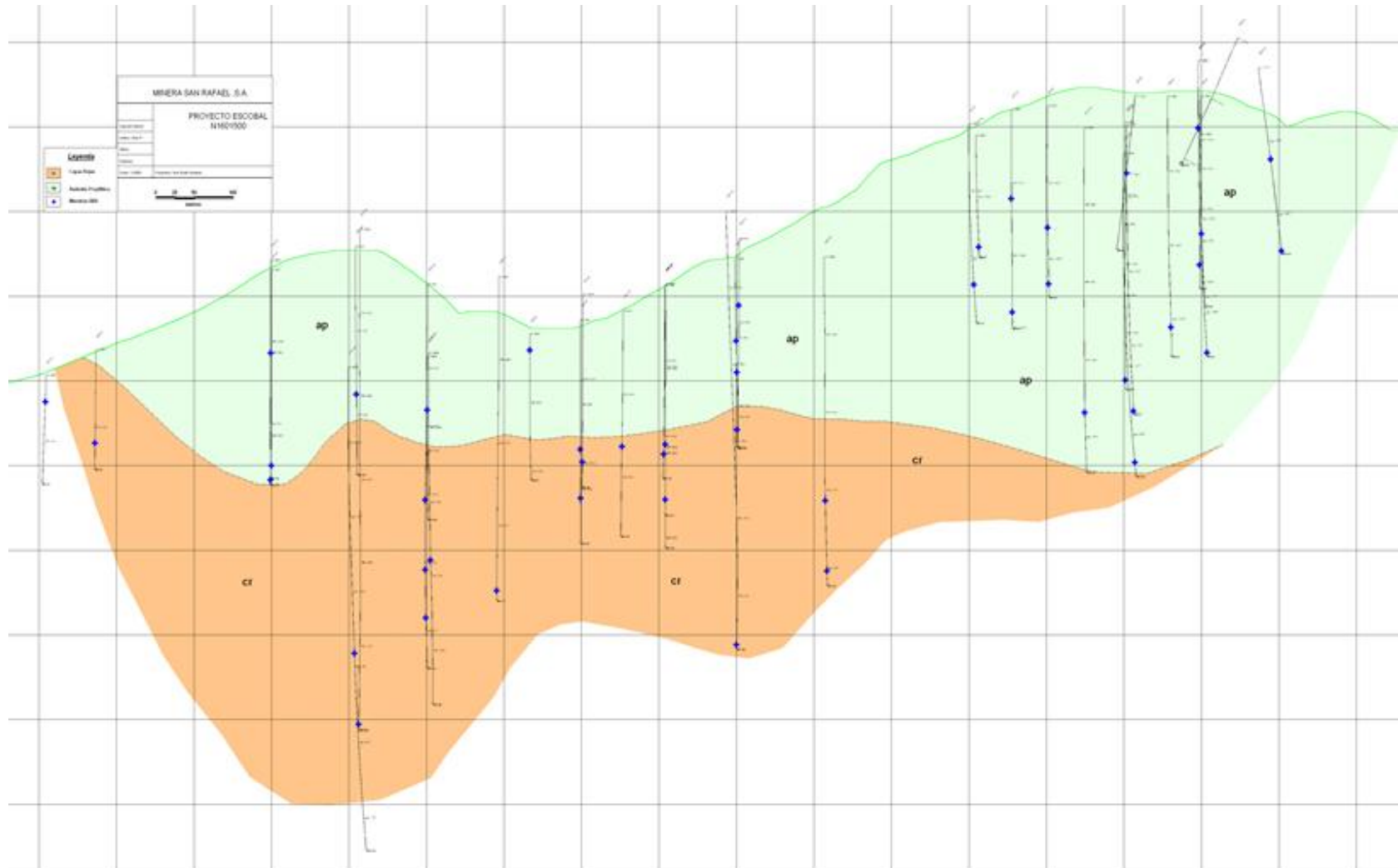
El cuadro 8.1 se presentan los resultados del análisis ABA para el material estéril. Para esta evaluación, se calcularon los valores ANP para muestras que utilizan tanto, (a) datos de azufre total, como (b) datos de azufre sulfurado. La determinación de ANP se utilizó para calcular los valores de NNP y ANP/AGP.

El Cuadro 8.1 presenta los datos para ABA de 47 muestras, de las cuales el 6.38% (tres muestras) se encuentran en la zona de incertidumbre, 43 muestras (91.49%) se consideran no generadoras de acidez y solamente en un 2.13% (1 muestra, ID de muestra E09_136_177), tiene potencial generador de acidez. El potencial de generar ácido (AGP) presenta valores entre 0.30 a 45.00 toneladas CaCoR3R/1000 toneladas y el potencial de neutralizar ácido (ANP) valores entre 5.90 a 316 toneladas CaCoR3R/1000 toneladas. La información obtenida es la base para la interpretación de las condiciones del sitio y constituye una herramienta fundamental para determinar la necesidad de futuras pruebas. A continuación se indican la leyenda en el cuadro 8.1.

Leyenda		
Ap	Porphyritic Andesite	Andesita porfírica
Cr	Red beds, volcano-sedimentary	Capas rojas volcano sedimentarias
Ad	Andesitic dike	Dique andesítico
Ti	Lithic tuff	Toba lítica
Interpretación del ABA		
ANP	Potencial de Neutralizar Acido	
AGP	Potencial de Generar Acido	
NNP	Potencial Neto de Neutralización	
NPR	Relación del Potencial de Neutralización	
NPR < 1	Genera ácido	
NPR 1 - 2	Incertidumbre (se toma como si generara ácido)	
NPR 2	Neutraliza (no genera ácido)	

Fuente: EPA, 1999.

Figura 8.10. Sitios de muestreo geoquímico en el Proyecto.



Fuente: Minera San Rafael

Cuadro 8.1 Resultados de ABA para las 47 muestras de roca

No	Año	Pozo	Profundidad de Muestreo	ID de la Muestra	AGP	ANP	NNP (ANP-AGP)	NPR (ANP/AGP)	Litología
1	2007	5	236.5	E07_05_236.5	20.00	64.00	44	3.20	Ap
2	2007	12	41.2	E07_12_41.2	0.30	67.00	66.85	223.33	TI
3	2007	20	200	E07_20_200	0.40	53.40	53.00	133.50	Ap
4	2007	25	184	E07_25_184	18.20	50.40	32.20	2.77	Ap
5	2007	31	240	E07_31_240	7.60	81.50	73.90	10.72	Ad
6	2007	34	123	E07_34_123	0.30	5.90	5.75	19.67	Ap
7	2007	34	279.5	E07_34_279.5	0.30	74.10	73.95	247.00	Ap
8	2008	39	160	E08_39_160	0.30	5.00	4.70	16.67	Ap
9	2008	39	234	E08_39_234	3.10	28.20	25.10	9.10	Ap
10	2008	48	102	E08_48_102	0.30	8.00	7.85	26.67	Ap
11	2008	53	150	E08_53_150	40.30	73.60	33.30	1.83	TI
12	2008	57	277.6	E08_57_277.6	45.00	96.50	51.5	2.14	Ap
13	2008	58	220	E08_58_220	0.30	69.90	69.75	233.00	Ad
14	2008	73	390	E08_73_390	0.70	30.40	29.70	43.43	Ap
15	2008	78	121.4	E08_78_121.4	0.30	239.00	238.85	796.66	Ap
16	2008	91	360	E08_91_360	0.30	73.90	73.75	246.33	Ap
17	2008	92	24	E08_92_24	0.30	30.50	30.35	101.66	Ap
18	2008	94	312.3	E08_94_312.3	29.10	86.30	57.2	2.96	Ap
19	2008	102	442.5	E08_102_442.5	22.20	54.80	32.6	2.46	Ap
20	2008	104	152	E08_104_152	2.00	114.00	112.00	57.00	Ap
21	2008	105	125	E08_105_125	0.30	109.00	108.85	363.33	TI
22	2008	105	250	E08_105_250	18.80	69.90	51.10	3.72	Ap
23	2008	107	154	E08_107_154	0.30	76.60	76.45	255.33	Cr
24	2008	107	211.5	E08_107_211.5	5.60	38.60	33	6.89	Cr
25	2008	110	225	E08_110_225	0.30	71.20	70.90	237.33	Ap
26	2008	111	81	E08_111_81	40.90	64.00	23.1	1.56	Ap
27	2008	111	230	E08_111_230	24.10	76.60	52.5	3.17	Ap
28	2008	121	265	E08_121_265	10.60	35.50	24.9	3.34	Ap
29	2008	124	190	E08_124_190	25.40	37.10	11.70	1.46	Cr
30	2009	131	145	E09_131_145	3.60	50.40	46.80	14.00	Ap
31	2009	131	105	E09_131_105	20.90	126.00	105.1	6.02	Ap
32	2009	132	315	E09_132_315	20.70	250.00	229.30	12.08	Cr
33	2009	132	405	E09_132_405	0.30	287.00	286.85	956.67	Cr
34	2009	136	177	E09_136_177	11.70	6.40	-5.30	0.55	Ap
35	2009	137	115	E09_137_115	0.30	50.40	50.25	168.00	Ap
36	2009	137	270	E09_137_270	26.00	85.30	59.30	3.28	Ap
37	2009	145	565	E09_145_565	0.30	282.00	281.85	940.00	Cr
38	2009	148	280	E09_148_280	2.10	161.00	158.90	76.67	Cr
39	2009	151	209.3	E09_151_209.3	3.80	50.80	47	13.36	Ap
40	2009	151	312	E09_151_312	4.40	203.00	198.6	46.13	Cr
41	2009	151	382	E09_151_382	25.30	254.00	228.7	10.03	Ap
42	2009	154	595	E09_154_595	6.40	103.00	96.60	16.09	Cr
43	2009	172	164.4	E09_172_164.4	6.90	142.00	135.1	20.57	Cr

No	Año	Pozo	Profundidad de Muestreo	ID de la Muestra	AGP	ANP	NNP (ANP-AGP)	NPR (ANP/AGP)	Litología
44	2008	177	380	E08_177_380	0.30	316.00	315.85	1,053.33	Cr
45	2010	179	369	E10_179_369	24.70	100.00	75.3	4.04	Ap
46	2010	207	369.9	E10_207_369.9	13.80	64.00	50.2	4.63	Ap
47	2010	218	383.2	E10_218_383.2	6.60	168.00	161.4	25.45	Cr

AGP basado en Pirítica S* contenida (%S*x31.25).

AGP, ANP and NNP en unidades de toneladas de CaCOR3R por cada 1000 toneladas de sólido.

Fuente: SVL 2010 y McClelland Laboratories Inc., 2010 (ver Anexo 8).

8.1.3 Análisis estructural y evaluación

La tendencia de las fallas más antiguas en la región son paralelas a la falla del Motagua la cual tiene una dirección Este-Oeste que varía hacia el Norte 50-60° Este, estas fallas están cortadas por fallas extensionales, con dirección Norte-Sur las cuales forman grabens y controlan el emplazamiento de diques andesíticos que son posteriores a la mineralización (Figura 8.11).

Del mapa geológico regional de la Figura 8.1 anterior, se ha elaborado una roseta de rumbos de las fallas regionales principales, la Figura 8.12 lo repite acá para mejor visualización del comportamiento estructural que muestra la roseta de fallas. Existe una moda principal y dominante orientada N180, con dos modas subordinadas pero significativas que se orientan N050 la primera y N090 (E-W) la segunda. Se nota una tensión marcadamente E-W que puede estar asociada a fallas regionales normales y/o a un sistema conjugado de fallas de rumbo que pueden tener una distribución conjugada con respecto a las fallas mayores.

A nivel local también se hizo un análisis de las lineaciones principales (mapa topográfico y fotografía aérea) que se marcan como escarpes en quebradas o curvas topográficas alineadas, se evaluaron también con una roseta de rumbos de lineaciones (Figura 8.13). Este primer análisis arroja una moda dominante orientada N055, una segunda subordinada con una orientación N070 y una tercera con un rumbo N150. El mean vector en este caso si refleja muy bien la tendencia de las modas indicadas y adquiere un valor de N065 como comportamiento medio. La moda dominante coincide con una de las modas subordinadas a nivel regional, lo que nos da una buena consistencia estructural para el área en estudio.

Figura 8.11. Lineamientos principales del Bloque Chortís. Interpretó A. Cosillo, 2010.

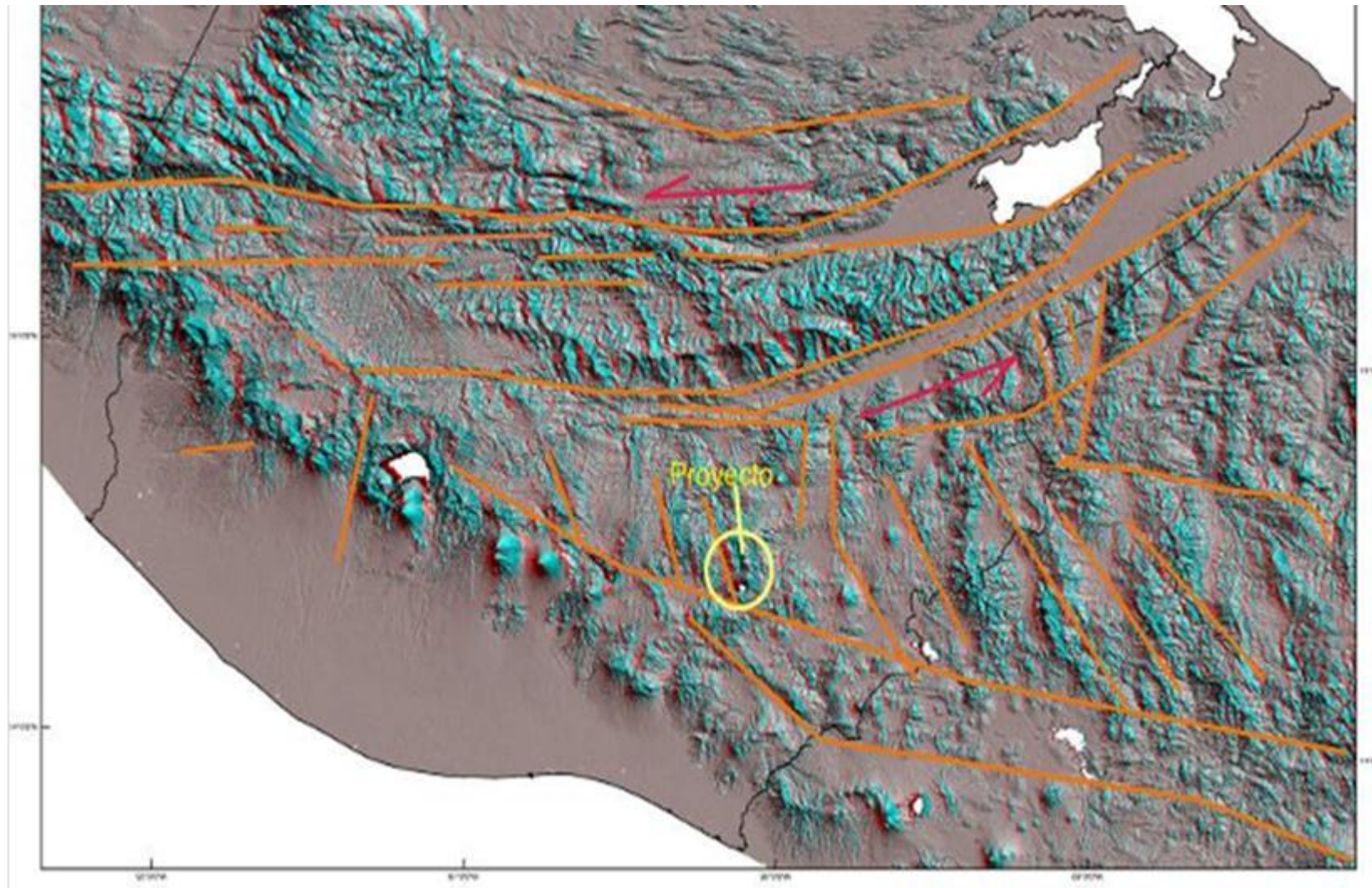


Figura 8.12 Geología y Estructuras Regionales más cercanas al área de Licencia a solicitar “Escobal”, también se presenta la roseta de rumbos de las fallas y la dirección principal de la tensión en el área en estudio (flechas blancas).

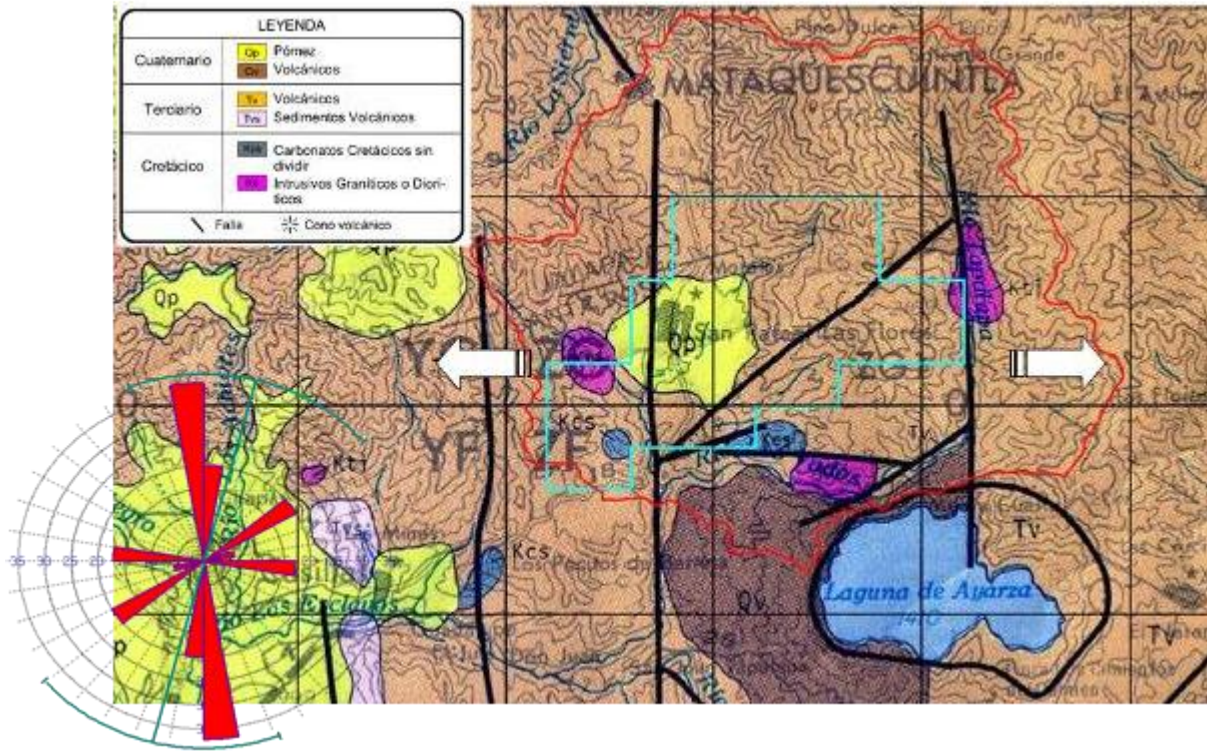
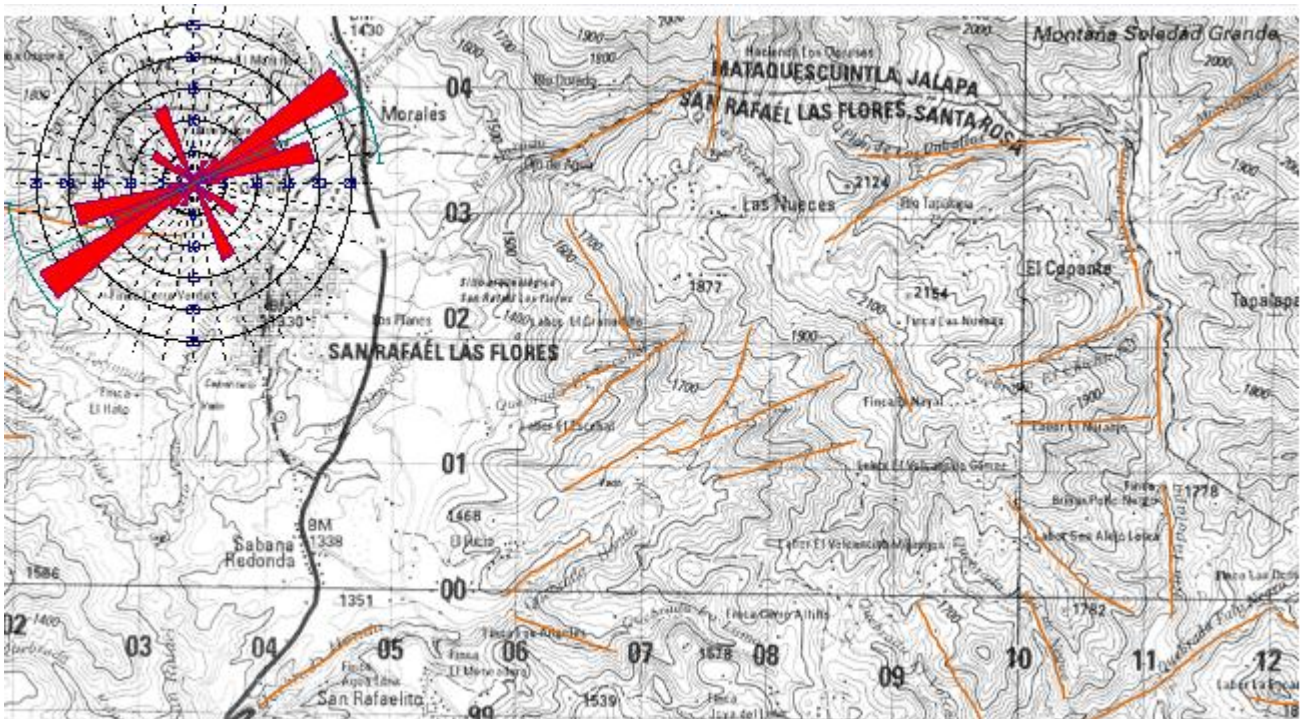


Figura 8.13 Lineaciones interpretadas a partir del Mapa topográfico escala 1:50,000 y fotografías aéreas de la licencia a solicitar “Escobal”, a partir de las cuales se obtuvo la roseta de rumbos mostrada en la parte superior izquierda de la figura.



Con el fin de ir afinando en el modelo estructural como una primera aproximación para los fines de este estudio se tomaron medidas estructurales de campo, fallas y fracturas, con el fin de revisar cómo están relacionadas estas estructuras de la deformación frágil comportándose con respecto del patrón regional y como afectan el área de estudio de una manera aplicada, como al patrón de mineralizaciones, sentido del flujo subterráneo, permeabilidad secundaria que puede mejorar el rendimiento de los acuíferos, etc. Estos sitios de medición se presentan a continuación (ver Figuras 8.14 a 8.19).

Se mostrarán en las Figuras 8.14 a 8.19 las representaciones, donde estas sean posibles en función de los datos medidos de: ciclográficas, densidad de polos, roseta de rumbos y roseta de buzamientos. Esta última se refiere a la dirección hacia la cual buzaban las estructuras medidas. Donde se hayan podido medir fallas con tectoglifos visibles, se hizo un análisis de paleo esfuerzos (método de los Diedros Rectos, Angelier, 1995) con el fin de definir las zonas de compresión y tensión en el área estudiada.

Sitio 1. La Arenera ($U^807314/1^001124$, Figura 8.14). Andesitas

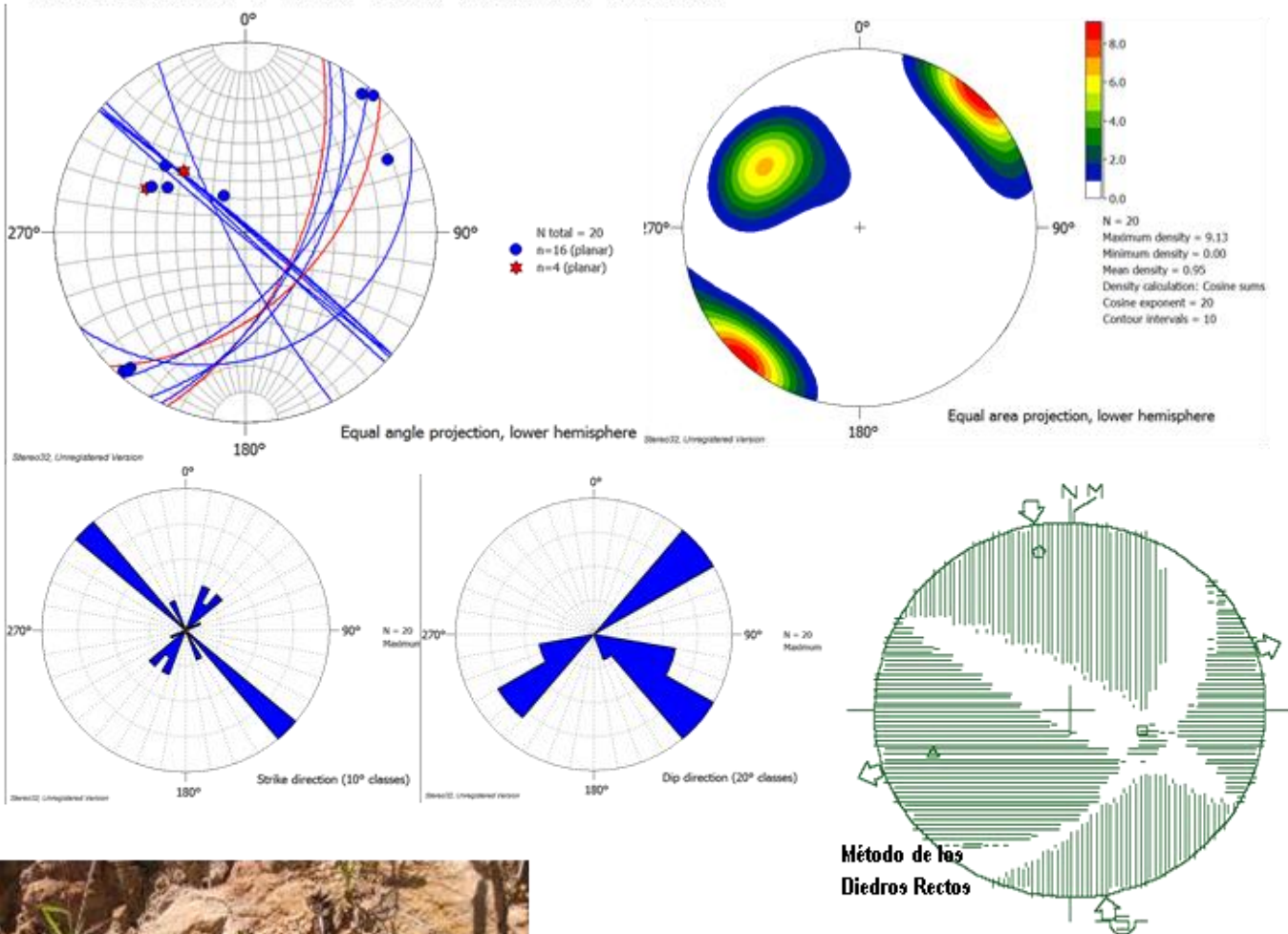


Figura 8.14 Sitio 1 de mediciones estructurales en andesitas. La moda dominante de rumbos se orienta N135 con un sistema conjugado y perpendicular a este principal orientado N035, los buzamientos se distribuyen en su orden al NE (N045) al SE (N127) y al SW (N225). Las fallas medidas son del tipo sinistral con una componente inversa, cuya resolución para diedros rectos nos da una tensión orientada al NEE-SWW (N072-N252), consistente con la distensión regional, y una compresión en general N-S. La imagen de detalle muestra estrías sub horizontales medidas en el sitio de la Arenera; el movimiento relativo es hacia la izquierda del plano de la imagen.

Sitio 2. Toba lítica (⁴⁸07332/^{1b}01029. Figura 8.15)

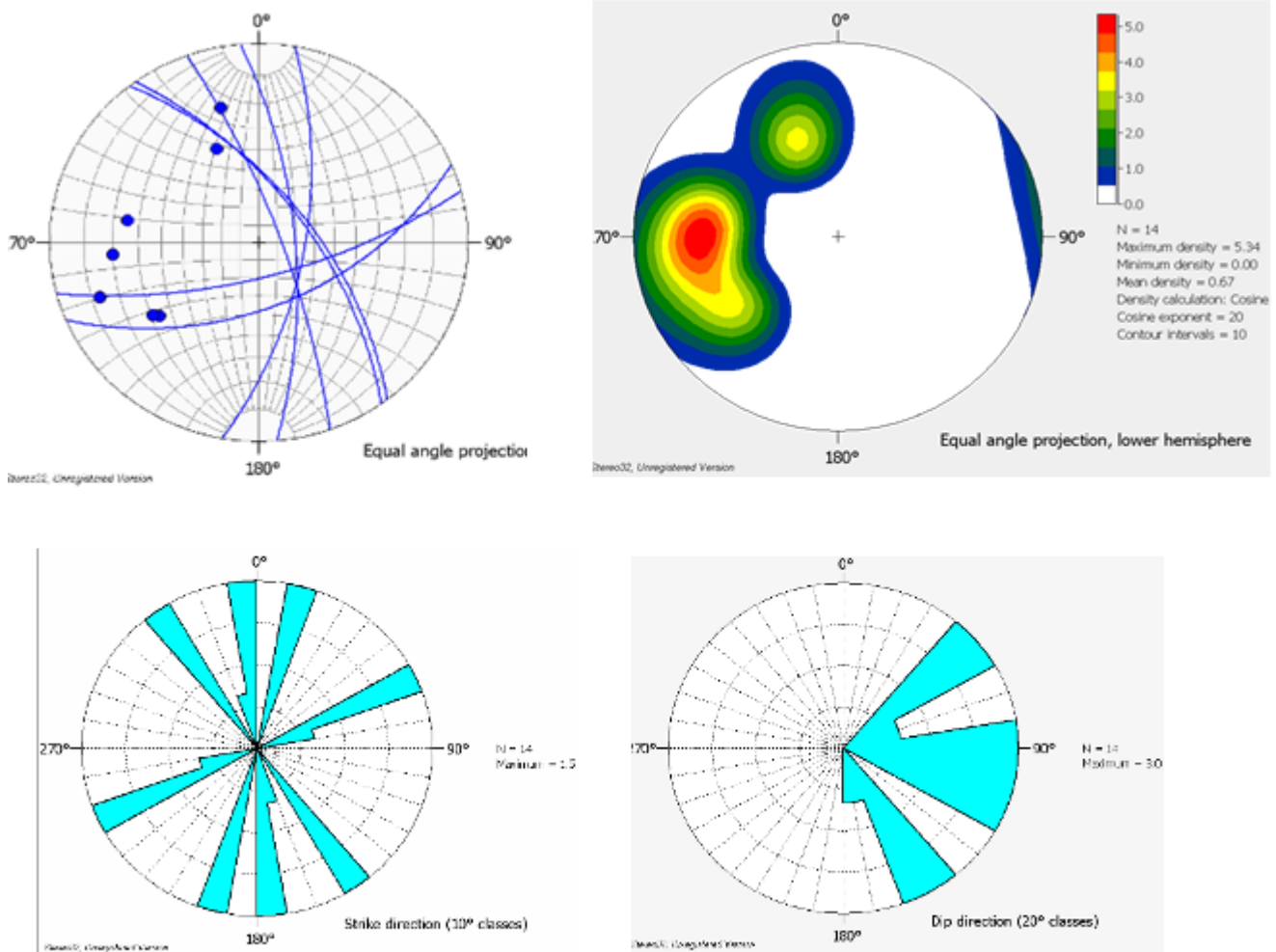


Figura 8.15 Sitio 2 de mediciones estructurales en tobas líticas. Tiene una distribución trimodal con rumbos que se orientan N175, N015 y N065, que igualmente no se salen del patrón regional, los buzamientos se distribuyen en su orden al NE (N045); al E (N100) y al SE (N155).

Sitio 3. Quebrada en capas rojas, areniscas pardas con posibles diques diabásicos, se ve incipiente silicificación (DB 06168/16 01671 Figura 8.16)

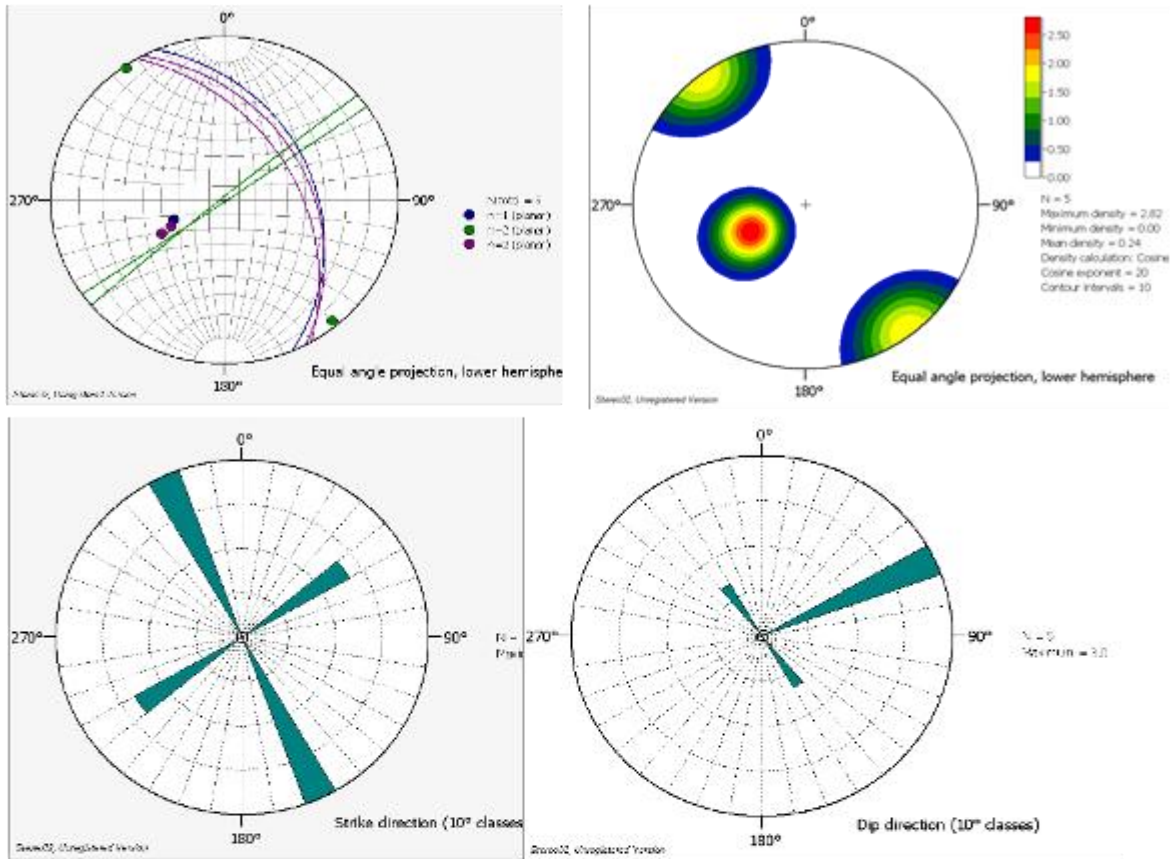


Figura 8.16 Sitio 3 de mediciones estructurales en areniscas pardas. El fracturamiento es perpendicular entre sí y la quebrada se alinea según el patrón del N055, mientras que las diaclasas orientadas al N155 parecen controlar el emplazamiento de las diabasas (?). Los buzamientos en la quebrada se insinúan conjugados al NW y SE y las fracturas perpendiculares buzán todas las medidas hacia el NE.

Sitio 4. Quebrada Escobal ($U^S06641/1^b01416$ Figura 8.17) Andesitas Porfíricas

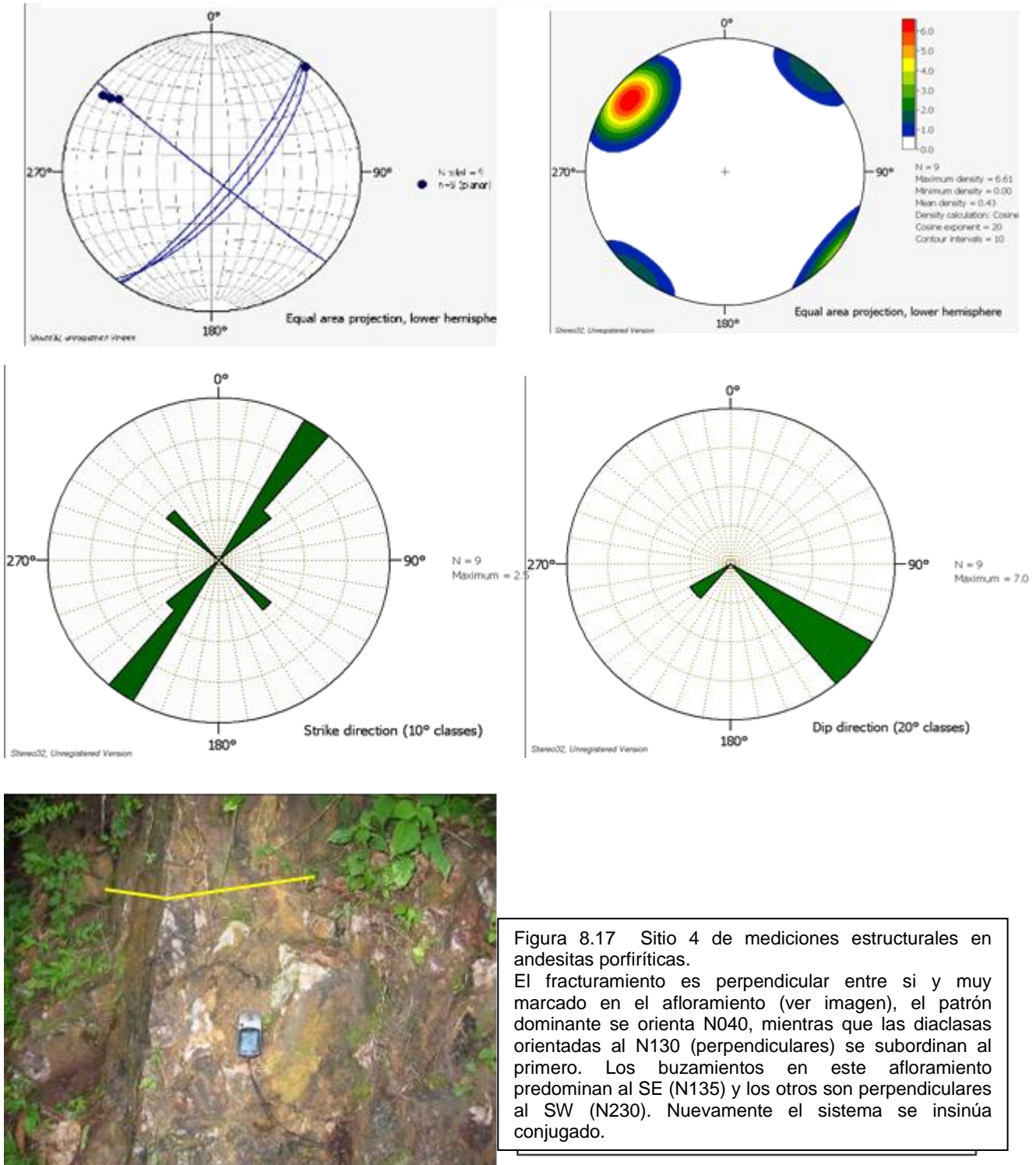


Figura 8.17 Sitio 4 de mediciones estructurales en andesitas porfíricas. El fracturamiento es perpendicular entre si y muy marcado en el afloramiento (ver imagen), el patrón dominante se orienta N040, mientras que las diaclasas orientadas al N130 (perpendiculares) se subordinan al primero. Los buzamientos en este afloramiento predominan al SE (N135) y los otros son perpendiculares al SW (N230). Nuevamente el sistema se insinúa conjugado.

Sitio 5. Q. Escobal Zona de Veta y silicificación (U⁸⁵06663/I⁸⁵01442 Figura 8.18)

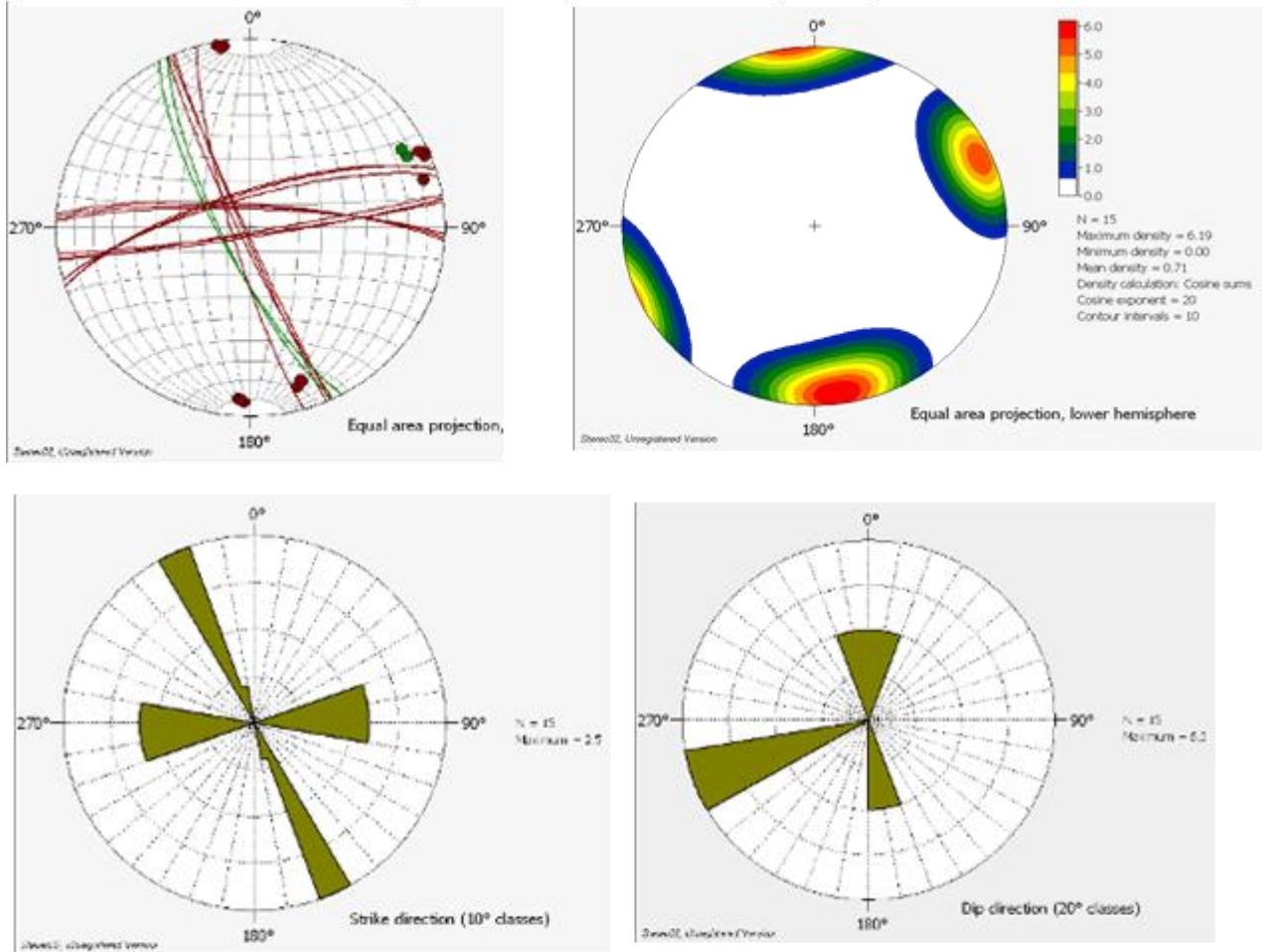


Figura 8.18 Sitio 5 de mediciones estructurales en andesitas. El fracturamiento sigue con tendencia a ser perpendicular y conjugado. Marcadamente bimodal, con el patrón dominante orientado N155 y el subordinado al N085. Los buzamientos en este afloramiento predominan al SWW (N250) y los otros se distribuyen casi N-S (ver roseta de buzamientos –dip direction–).

Sitio 6. Quebrada Escobal, fracturas conjugadas ($^{\circ}06755/^{16}01468$ Figura 8.19). Se combina con un sitio muy cercano de fallas dextrales en andesitas ($^{\circ}06810/^{16}01470$)

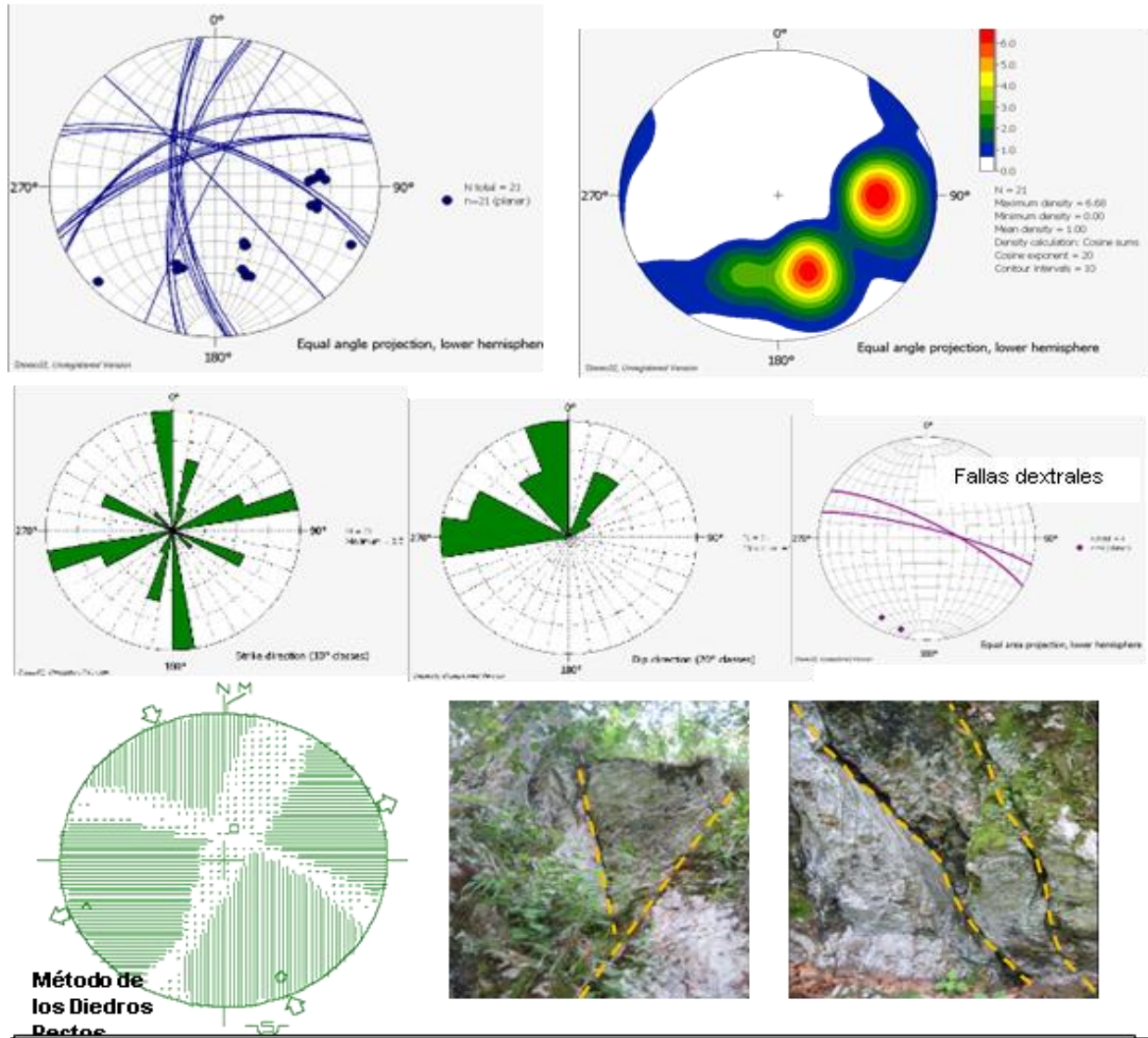


Figura 8.19 Sitio 6 de mediciones estructurales en andesitas. Es un sistema polimodal de fracturamiento conjugado y perpendicular que forma dos familias bien marcadas que se muestran en el diagrama de densidad de polos (superior derecho) Los pares conjugados se distribuyen con dos modas dominantes y 2 subordinadas, pero que en conjunto afectan el macizo rocoso. La primera combinación son las que se orientan N175 y N70; el segundo es la combinación que se orienta la primera N020 con la N110. Los buzamientos se distribuyen en su orden al W (N270 y N290); NNW (N330 y N350) y por ultimo al N030 (NE). Las fallas medidas son del tipo dextral con una componente normal, cuya resolución para diedros rectos nos da una tensión orientada al NEE-SWW (N070-N250), consistente con la tensión regional, y una compresión en general NNW-SSE. Las imágenes de afloramientos en este sitio muestran fracturas conjugadas, cuyo mecanismo de rompimiento puede interpretarse como si fueran fallas normales dando una orientación del esfuerzo menor σ_3 hacia el E-W también.

8.1.3.1 Aspectos hidrogeológicos relacionados

Conociendo las unidades litológicas y su distribución, los estratos o litologías que almacenan aguas subterráneas en el área de estudio pueden clasificarse en acuíferos superior e inferior. El acuífero superior se compone, principalmente de rocas volcánicas cuaternarias, tales como los sedimentos de pómez del pleistoceno y flujos de lava del holoceno, tobas líticas y a veces, por depósitos aluviales. El acuífero inferior, por su lado, consiste básicamente de flujos de lava basálticas-andesíticas del terciario, localmente, fracturados y las capas rojas. Sin embargo, este acuífero es poco conocido y poco explotado.

Dada la presencia en el área del basamento relativo compuesto por capas rojas con algunos fanglomerados calcáreos, no se descarta del todo que por fracturamiento, este si pueda servir como el acuífero profundo o más somero en aquellos lugares donde las capas rojas afloran y estén meteorizadas y fracturadas. El espesor del acuífero superior, compuesto por el volcánico pleistocénico-holoceno (Qp) podría variar desde varios metros en los bordes hasta cerca de unos 200 metros en el centro. Las condiciones litológicas son altamente variables. El nivel freático de este acuífero seguramente puede mostrar variaciones significativas estacionales y, por lo tanto, se considera como un acuífero no confinado.

Con los sitios de toma de datos estructurales puede inferirse en primera aproximación que el flujo de agua subterránea puede moverse hacia el sur de las partes fisiográficamente más altas hacia las partes bajas con flujos locales que pueden variar su dirección también hacia el SE y SW. La tendencia en el área de estudio sería hacia las partes más bajas que se encuentran en el valle del río San Rafael y en términos generales hacia el sur en la parte alta de la subcuenca del río Tapalapa-San Rafael en la cuenca alta del río Los Esclavos. El flujo del acuífero somero seguramente se comportará muy parecido al flujo de las corrientes de agua superficiales y las curvas equipotenciales serán muy parecidas al modelo topográfico del área de estudio. El modelo geofísico ayudara a verificar estas aseveraciones.

8.1.4 Caracterización geotécnica

Actualmente se han desarrollado estudios exploratorios para definir el cuerpo mineralizado y se cuenta con una cantidad apreciable de pozos, de los cuales se desprende este estudio geotécnico. Además, la empresa Pakalnis y Asociados realizó

una evaluación geotécnica del área del proyecto, cuyo informe se adjunta en el Anexo 9. Se ha estimado la calidad de roca a través del sistema de Q de Barton ($Q=(RQD/Jn)*(Jr/ja)*(Jw/SFR)$), principalmente con los núcleos y fotografías de los mismos, con los cuales se pudieron determinar los valores de los parámetros requeridos por la fórmula Q, y dado que el material físico con que se cuenta es únicamente núcleos, solo se puede determinar Q'. Los otros dos parámetros de reducción (Jw/SRF) se le asignaron valores estimados acorde con el material que se tiene, ya que estos se tomarán directamente en el avance de la excavación de los túneles; estos últimos parámetros fueron requeridos para estimar preliminarmente las condiciones del terreno, el o los tipos de sostenimientos a aplicar.

En la Figura 8.20 se muestra varias unidades litológicas, la mayoría son superficiales. Las secciones geológicas muestran dos tipos principales de rocas asociados al depósito, Andesita Porfírica (ap) y una secuencia sedimentaria Capas Rojas (cr). La roca caja del cuerpo mineralizado en la zona este es Andesita Porfírica, en la zona central y oeste en ambas unidades son rocas encajantes. Estructuralmente el área de estudio se encuentra afectada por fallas con orientación hacia N 60°E y otras de N-S.

La clasificación del macizo rocoso fue hecha a través del sistema de Q, desarrollado por Barton et. al. (1974), en base a una evaluación de una gran cantidad de casos de excavaciones subterráneas. El valor numérico del índice Q varía en una escala logarítmica a partir de 0.001 a un máximo de 1.000. Esta clasificación geomecánica se basa en el índice de calidad "Q" denominado también índice de calidad tunelera, que da una estimación de la calidad del macizo rocoso, teniendo en cuenta los siguientes factores:

$$Q = \frac{RQD}{Jn} \times \frac{Jr}{Ja} \times \frac{Jw}{SRF}$$

Dónde:

RQD: Rock Quality Designation;

Jn: Joint Set Number, Índice de diaclasado que tiene en cuenta el número de familias;

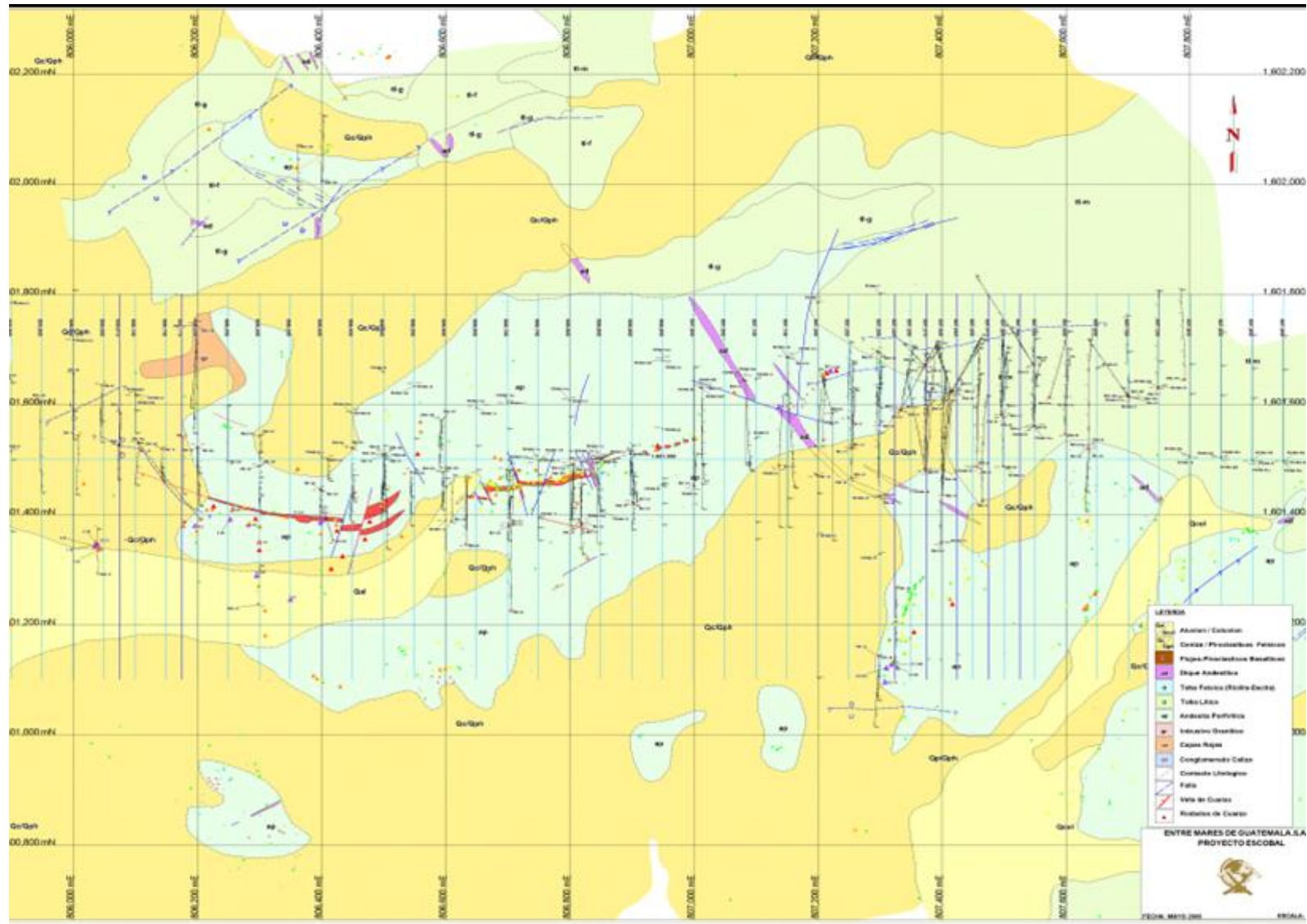
Jr: Joint roughness number, índice de rugosidad de las juntas;

Ja: Joint alteration number, índice de alteración de las juntas;

Jw: Joint water reduction factor, factor de reducción por presencia de agua en las juntas; y,

SRF: Stress reduction factor, factor de reducción por esfuerzos.

Figura 8.20 Perforaciones donde se tomaron muestras para hacer los sondeos de núcleo.



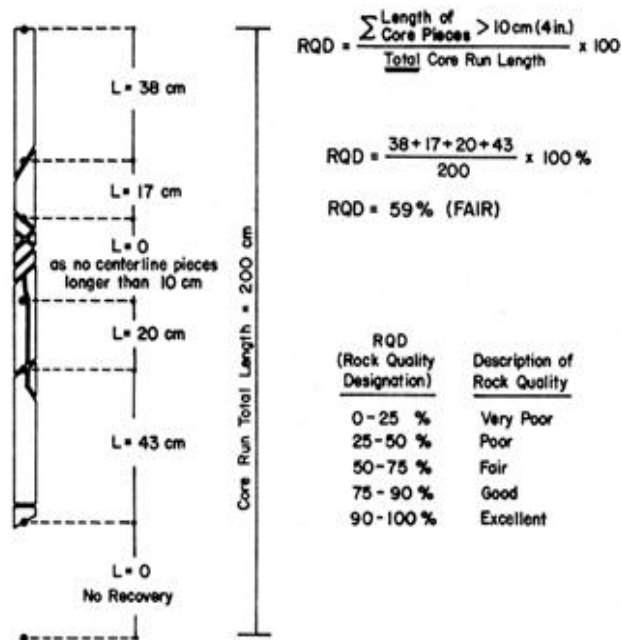
Fuente: Minera San Rafael. 2010

Los parámetros que definen “Q”, representan el siguiente aspecto:

- RQD/Jn: Tamaño de bloques, representa la estructura global del macizo rocoso;
- Jr/Ja: Resistencia al corte entre bloques; y,
- Jw/SRF: Estado tensional en el macizo rocoso.

RQD: Deere (1967) definió el RQD (Rock Quality Designation), como el porcentaje de recuperación de testigos de más de 10 cm de longitud (en su eje) sin tener en cuenta las roturas debidas al propio proceso de perforación respecto de la longitud total de sondeo. (Figura 8.21)

Figura 8.21 Rock Quality Designation



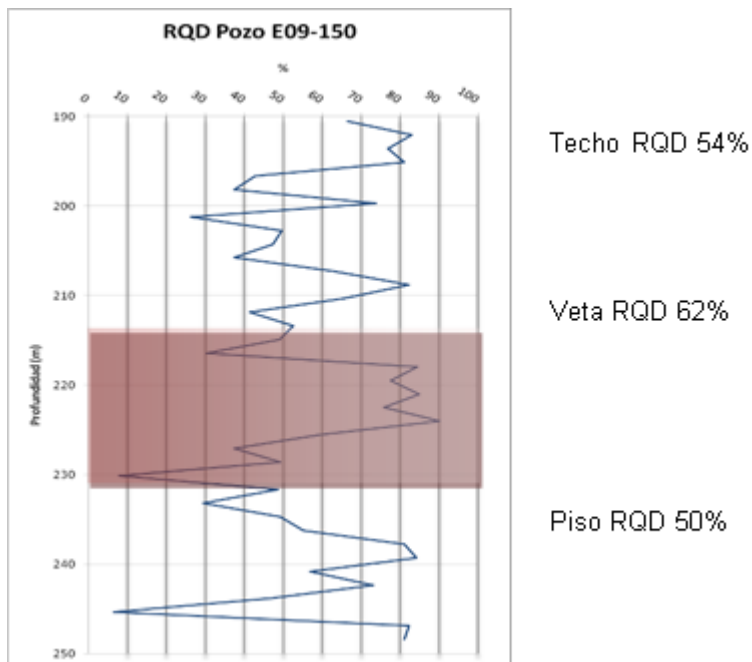
El RQD del macizo rocoso del proyecto se obtuvo principalmente de registros fotográficos de 214 sondeos como un relagueo, tomando en cuenta únicamente 10 a 15 metros de roca encajadora y 100% de veta. Los resultados en la mayoría de los casos son de mala a regular con respecto al techo (roca encajadora) y la mineralización (veta). Los resultados de la parte inferior de la veta mostraron resultados de regular a bueno (véase Figura 8.22 y Figura 8.23). También es importante mencionar que en la mayoría de fracturas es posible ver discontinuidades con relleno duro como carbonato y sílice. Otros datos obtenidos con fotografías fueron

el número de fracturas por cada tiro de perforación aproximadamente 1.52 metros y el **Jn** (índice de diaclasado), que tiene en cuenta el número de familias.

Figura 8.22 Pozo E09-150 Perfil E806450 (Veta 210m. a 227 m.)
1 Techo (roca encajadora), 2 Mineralización y 3 Piso (Roca encajadora)



Figura 8.23 Porcentaje de RQD Pozo E09-150



Posteriormente al análisis del RQD, se complementaron los demás parámetros del sistema Q, en contacto físico con el material (núcleo), tales como: Jr (rugosidad), Ja (relleno). Con estos parámetros se obtuvieron datos preliminares. El valor obtenido se conoce como $Q' = (RQD/Jn) * (Jr/Ja)$, los factores de reducción Jw y SRF se les asignó un valor estimado para obtener Q, con el objetivo de considerar preliminarmente la condición del terreno, el o los tipos de sostenimientos a aplicar, que permitan restituir al macizo rocoso la capacidad de soporte, mediante la aplicación de elementos de fortificación. (Véase Cuadro 8.2)

Cuadro 8.2 Clasificación total de la roca del proyecto

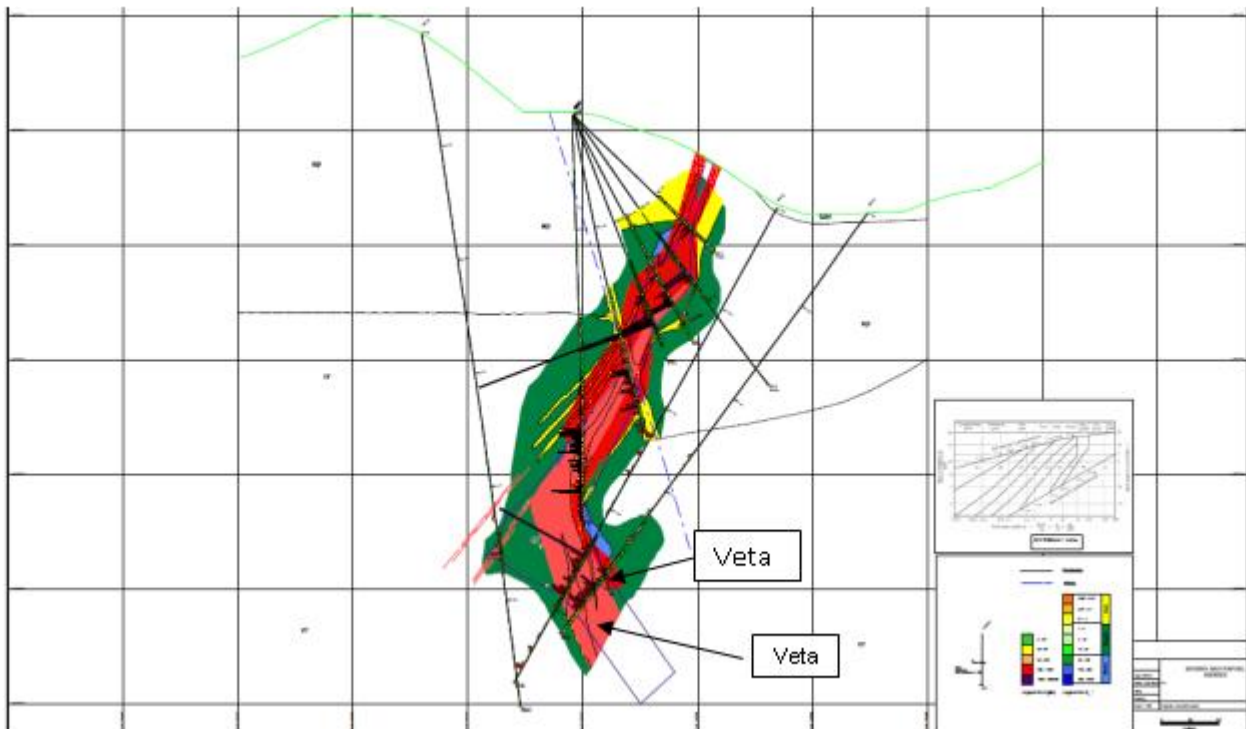
	RQD	Jn	Jr	Ja	Jw	SRF	Q	Calidad total de la roca
Roca encajante (espesor aproximado 10-15 metros) + veta	25-50	3-12	1-3	2-3	1	1-2.5	(0.1-1) - (1-4)	Muy Pobre - Pobre
	Pobre a Regular	Una familia y algunas juntas Ocasionales a Tres familias y algunas juntas	Suave plana a Junta rugosa o irregular ondulada	Las caras de la junta están alteradas ligeramente y contienen minerales no reblandecibles, partículas de arena, roca desintegrada libre de arcilla. a Recubrimiento de limo o arena arcillosa, pequeña fracción arcillosa no reblandecible.	Dato estimado, Suponiendo condición seca	Dato estimado suponiendo, zona débil conteniendo arcilla o roca Desintegrada químicamente (profundidad de excavación mayor de 50 m.)	Pobre a Regular	

Con los datos de Q' se elaboraron perfiles a cada 50 metros, corte transversal N-S, agrupando las categorías de Q en tres grupos (véase Figuras 8.24 y 8.25) para mostrar preliminarmente la calidad de roca de la veta y roca encajadora.

Figura 8.24 Calidad de roca

MALA	0.001 - 0.01	Excepcionalmente Mala
	0.01 - 0.1	Extremadamente Mala
	0.1 - 1	Muy Mala
REGULAR	1 - 4	Mala
	4 - 10	Regular
	10 - 40	Buena
BUENA	40 - 100	Muy Buena
	100 - 400	Extremadamente Buena
	400 - 1000	Excepcionalmente Buena

Figura 8.25 Perfil E806450

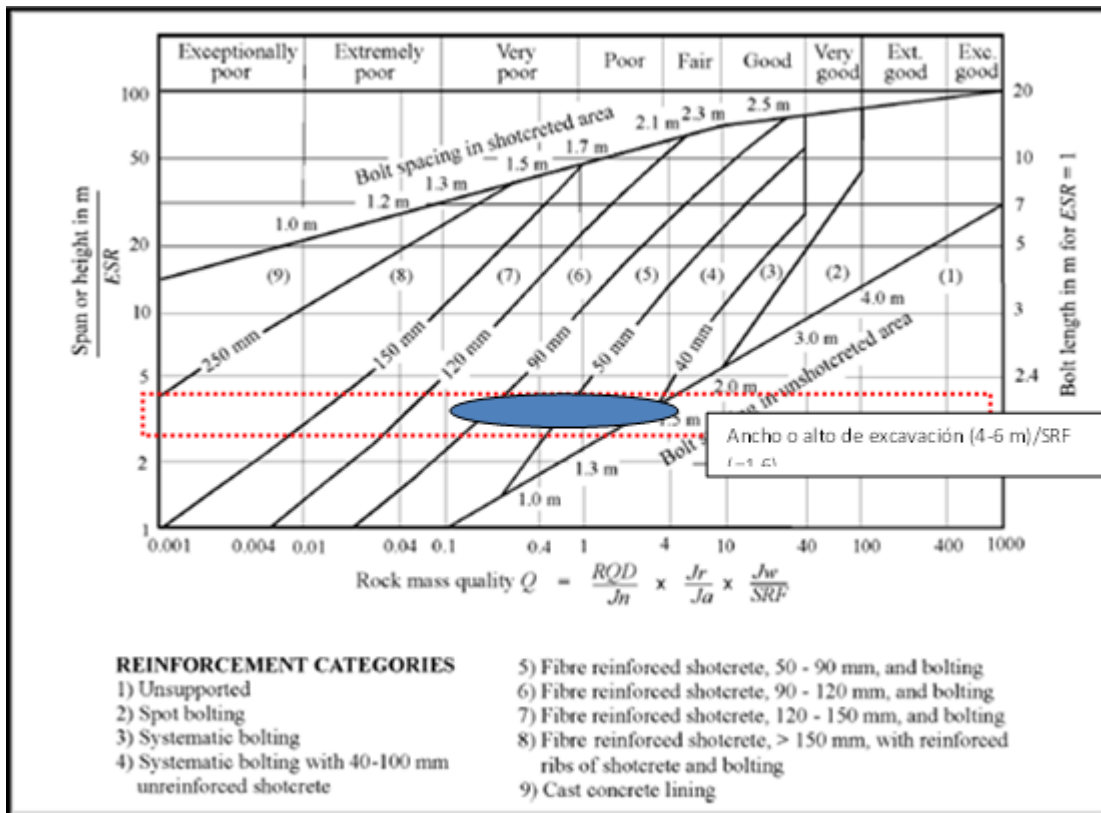


Como se puede apreciar en la sección la roca encajadora cae dentro la categoría Regular esta condición se aprecia también en los demás perfiles aunque asociado a fallas subparalelas al cuerpo mineralizado.

De acuerdo al índice Q del proyecto (Véase Figura 8.26), las rocas encajadoras se sitúan entre las categorías 4 a 6, la veta entre las 4 a 7, y las zonas de fallas entre las 7 y 8. Por lo tanto, los sostenimientos serán los siguientes:

- Categoría 4: Perneado sistemático con 40 - 100 mm de concreto lanzado sin refuerzo;
- Categoría 6: Concreto lanzado con fibra 90 – 120 mm y pernos;
- Categoría 7: Concreto lanzado con fibra 120 – 150 mm y pernos; y,
- Categoría 8: Concreto lanzado con fibra > 150 mm y cerchas.

Figura 8.26 Categorías estimadas basadas con el índice Q (Grimstad y Barton, 1993).



Es oportuno mencionar que en junio del 2009, Gonzalo Álvarez, Geotécnico, realizó un estudio geotécnico preliminar, y mencionó que el sistema de refuerzo que podría ser utilizado en el proyecto podría ser:

- Perno de fricción (negro o galvanizado);
- Malla soldada (negro o galvanizado, dependiendo de las condiciones locales);
- Shotcrete (concreto lanzado) en zonas de fallas o de mala calidad de roca;
- Cables con Lechada de Cemento para discontinuidades abiertas e intersecciones; y,
- Marcos metálicos en zonas de fallas.

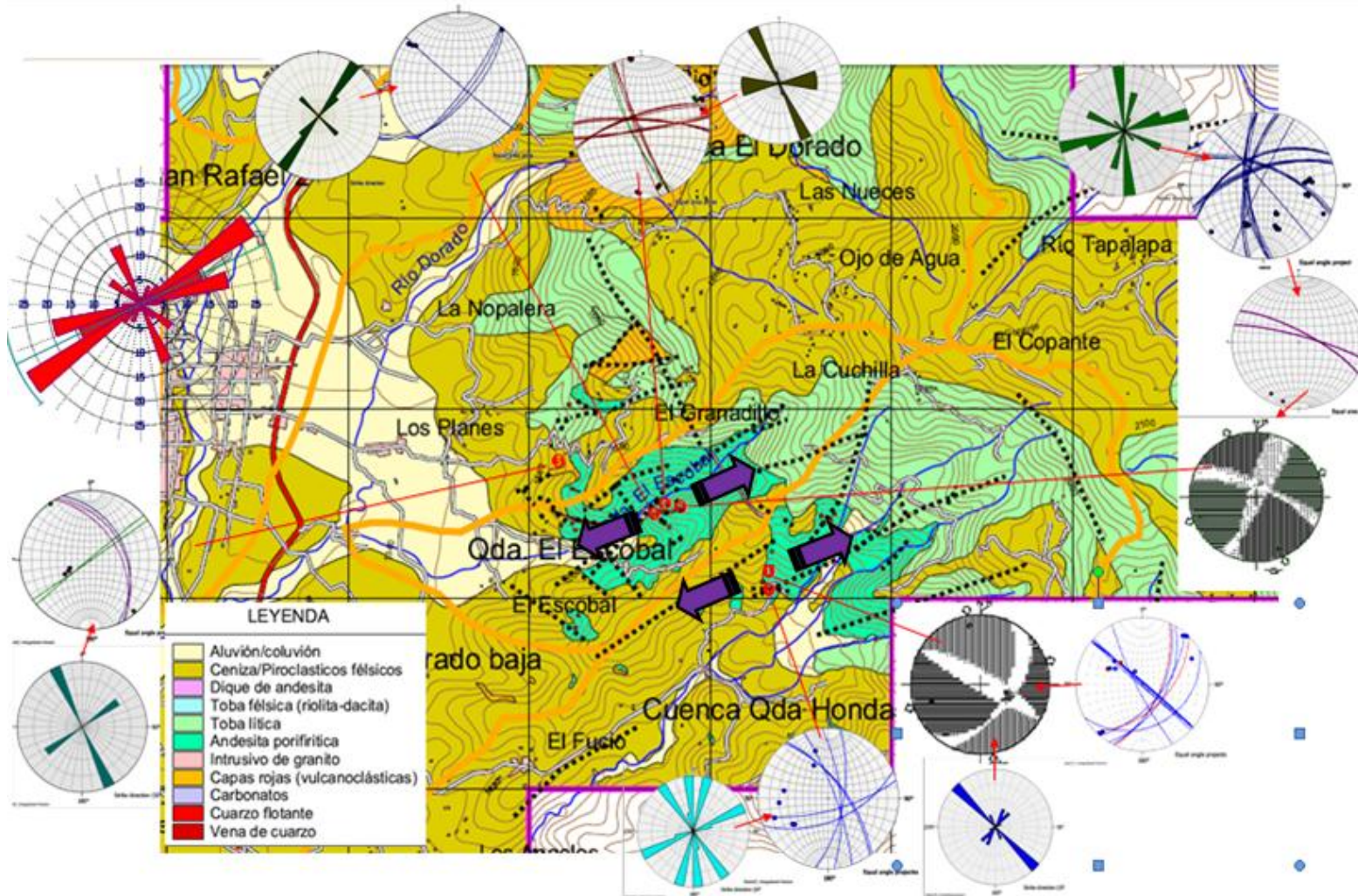
De acuerdo con el estudio realizado, se concluye lo siguiente:

- Los tipos principales de roca que se asociaron al depósito, son dos andesita porfirítica (ap), secuencia sedimentaria capas rojas (cr), además, algunos diques andesíticos.
- Las estructuras geológicas con diversas orientaciones que se han identificado pueden ser cuñas (fallas conjugadas) en algunas zonas del proyecto.
- De las rocas encajantes la andesita porfirítica presenta mejor condición que las capas rojas.
- La clasificación total de la roca encajadora y veta según el índice Q es muy pobre a pobre.
- Los elementos y tipos de fortificación pueden variar con estudios geotécnicos más detallados.

8.1.5 Mapa geológico del área del proyecto (AP) y área de influencia directa (AID)

En la Figura 8.27, se resumen lo analizado en este inciso, que incluye la geología, los sitios de medición estructural con sus estereogramas, rosetas de rumbos y dirección del eje de alargamiento (tensión), del área del proyecto (AP) y del área de influencia directa (AID).

Figura 8.27 Mapa Geológico del Área del Proyecto (AP; Quebrada Escobal) y de zonas aledañas (AID). La roseta en rojo representa los rumbos de las lineaciones del mapa, mientras que los estereogramas y las rosetas pequeñas corresponden a los datos medidos en el campo. Con base en el método de diedros rectos se identifica en dos puntos una tensión NEE-SWW, esto es coherente con la geología y tectónica regional, la tensión asociada a la orientación del esfuerzo ss se muestra con flechas gruesas, se esperaría un flujo subterráneo por permeabilidad secundaria al SW, S y SE.



8.2 Geomorfología

8.2.1 Descripción geomorfológica

El proyecto de explotación minera “Escobal” se ubica dentro de la unidad geomorfológica: Región Fisiográfica Tierras Altas Volcánicas, Subregión fisiográfica “Zona Montañosa y Planicie Central (Tecpán-Jalpatagua)”, Gran paisaje “Montañas Volcánicas del Centro del País”. Las características de este Gran Paisaje son:

Que es una gran franja de terreno que se extiende de Noroeste a Sureste. El relieve está caracterizado por valles con laderas de pendientes muy fuertes y en algunos lugares escarpadas. Las divisorias suelen ser angostas. La presencia de colinas de forma cónica sugiere la existencia de viejos conos volcánicos con alturas mayores de los 2,500 msnm, como los cerros al Noreste de Sololá, Norte de Tecpán, Sur de Patzun (Los Encuentros), la Montaña El Soco al Suroeste de San Andrés Itzapa, Sur de Palencia y Este de Mataquesuintla. Un rasgo volcánico que caracteriza esta unidad es que dentro de ella se encuentran las calderas de Atitlán, Amatitlán, Ayarza y un intenso fallamiento volcánico que ha formado Horst y graben. Otro aspecto que caracteriza esta geoforma, es también el afloramiento de pequeñas masas intrusivas y carbonatos del basamento Cretácico.

En la Figura 8.28 se muestra el modelo de elevación del área de influencia del proyecto; es decir de la microcuenca de la quebrada El Escobal así como sus alrededores (parte de las microcuencas de la quebrada Honda y del río El Dorado).

En la Figura 8.29 se muestran el mapa de pendientes de la microcuenca de la quebrada El Escobal y de sus alrededores (parte de las microcuencas de la quebrada Honda y del río El Dorado). Las tierras planas (5 a 10°) y muy planas (0 a 5°), abarcan alrededor del 17% del área total de la microcuenca de la quebrada El Escobal (representan 34 hectáreas), mientras que las tierras muy inclinadas (desde 15°) a muy escarpadas (hasta 45°), cubren el resto del área (159 hectáreas; 83%). En el cuadro 8.3 se indica las áreas que abarcan cada uno de los tipos de pendiente.

Cuadro 8.3 Pendientes en la microcuenca de la quebrada El Escobal

Inclinación	Hectáreas	%
Tierras muy planas (0-5°)	19.85	10.3
Tierras planas (5-10°)	13.77	7.1
Tierras inclinadas (10-15°)	0	0.0
Tierras muy inclinadas (15-20°)	25.4	13.1
Tierras escarpadas (20-30°)	89.61	46.4
Tierras muy escarpadas (40-45°)	44.67	23.1
Total	193.3	100.0

En las áreas señaladas en la Figura 8.29 con pendientes muy escarpadas (40-45° de inclinación) se dan procesos de denudación y erosión típicos. Estas áreas producen deslizamientos variados y estarán en función de la litología, la cobertura vegetal y la intervención del ser humano. En la microcuenca El Escobal, las áreas inestables representan el 23% del territorio (Cuadro 8.3). Es de hacer notar que la exploración de mineral es de tipo subterráneo y únicamente se afectará el área a intervenir.

En las fotografías 8.1 se muestran vistas del área de influencia del proyecto, vista desde la parte alta hacia la baja y viceversa.



Fotografía 8.1 Vistas desde la parte alta y baja de la microcuenca de la quebrada El Escobal

Figura 8.28 Modelo de elevación del área de influencia del proyecto minero

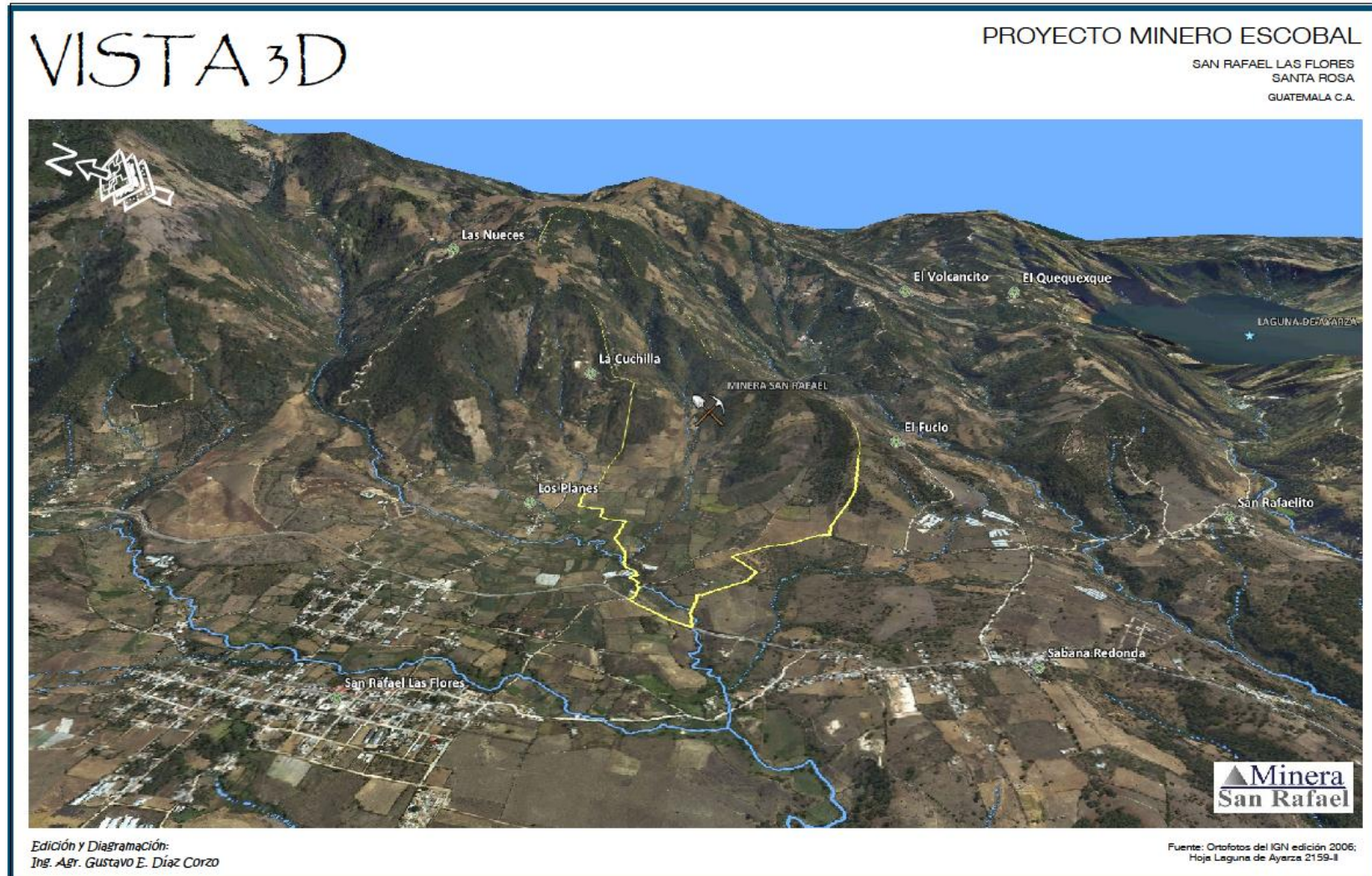
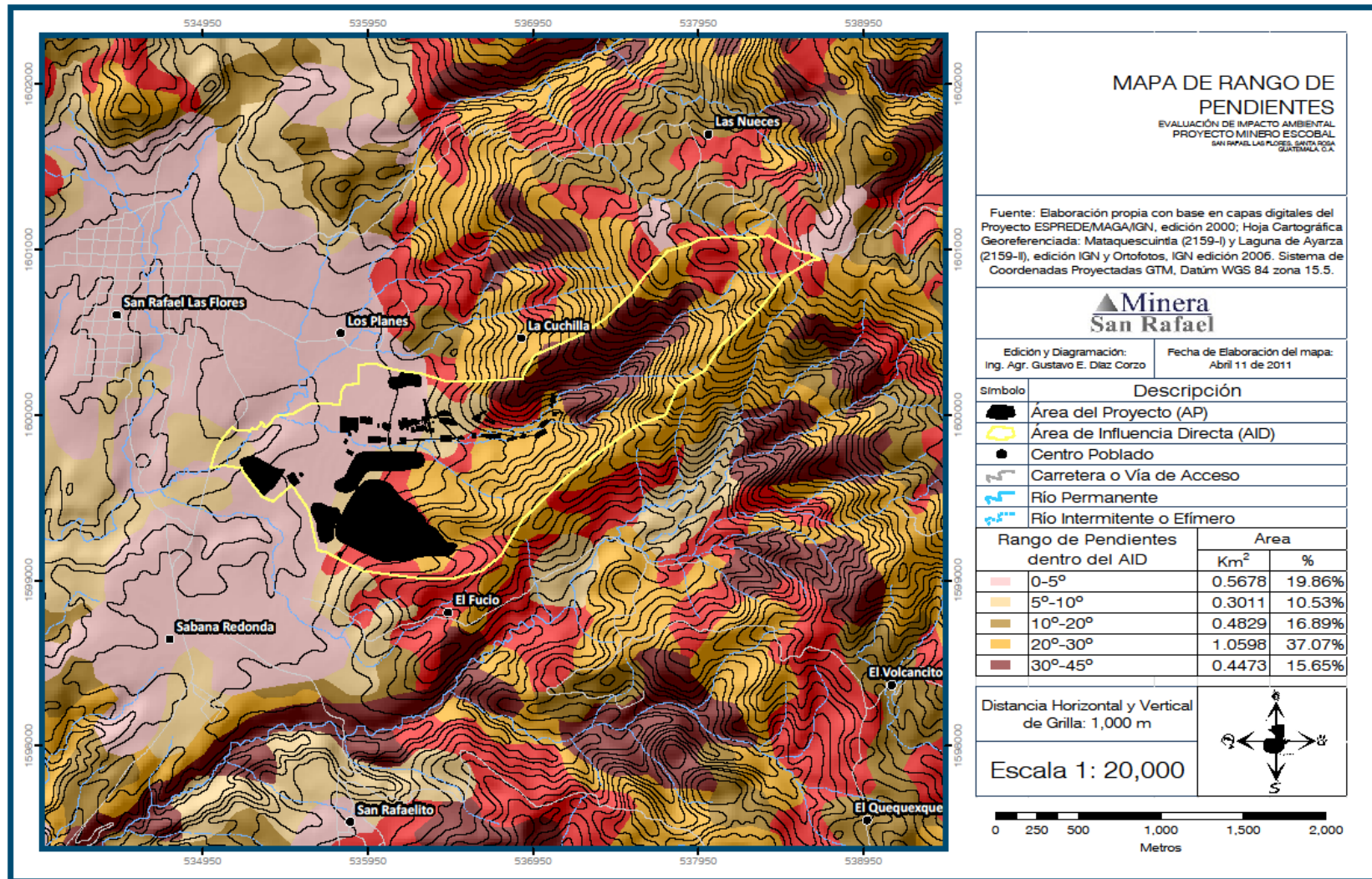


Figura 8.29 Mapa del rango de pendientes del área del proyecto minero



8.3 Suelos

El Atlas Temático de la República de Guatemala² indica que las series de suelos presentes en el área de estudio son: Ayarza (Ay), Alzatate (Ae), Pinula (Pi), Mataquescuintla (Mq) y Jalapa (Jl). Siendo Ayarza, de los Valles y Jalapa los suelos predominantes en el área del proyecto, como se muestra en la figura 8.30. Los suelos Ayarza son moderadamente profundos, bien drenados, sobre ceniza volcánica. La primera capa a 20 centímetros de la superficie es franco limoso friable, de color café muy oscuro a café grisáceo oscuro, con material orgánico alto. El suelo de la segunda capa, 50 centímetros de profundidad, es franco arcillo arenoso friable de color café oscuro. Los suelos Jalapa³ son poco profundos, excesivamente drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica cementada de color claro o toba. El suelo de la primera capa ubicada a 10 centímetros de la superficie es franco arenoso fino de color gris a gris oscuro.

Se tomaron muestras de suelos en diferentes puntos del área de influencia del proyecto, incluyendo de las áreas a intervenir, cuyos resultados se indican en el Cuadro 8.4a y 8.4b. Los análisis de las muestras de suelo indican que el pH, materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico, las saturaciones de calcio, magnesio, aluminio y sodio están dentro del rango adecuado. Fuera del rango se encuentra la concentración de sales y la saturación de potasio. Todos los suelos son franco arenos arcillosos. En síntesis, la calidad de los suelos permitirá la rehabilitación de las áreas a intervenir, al momento del cierre técnico.

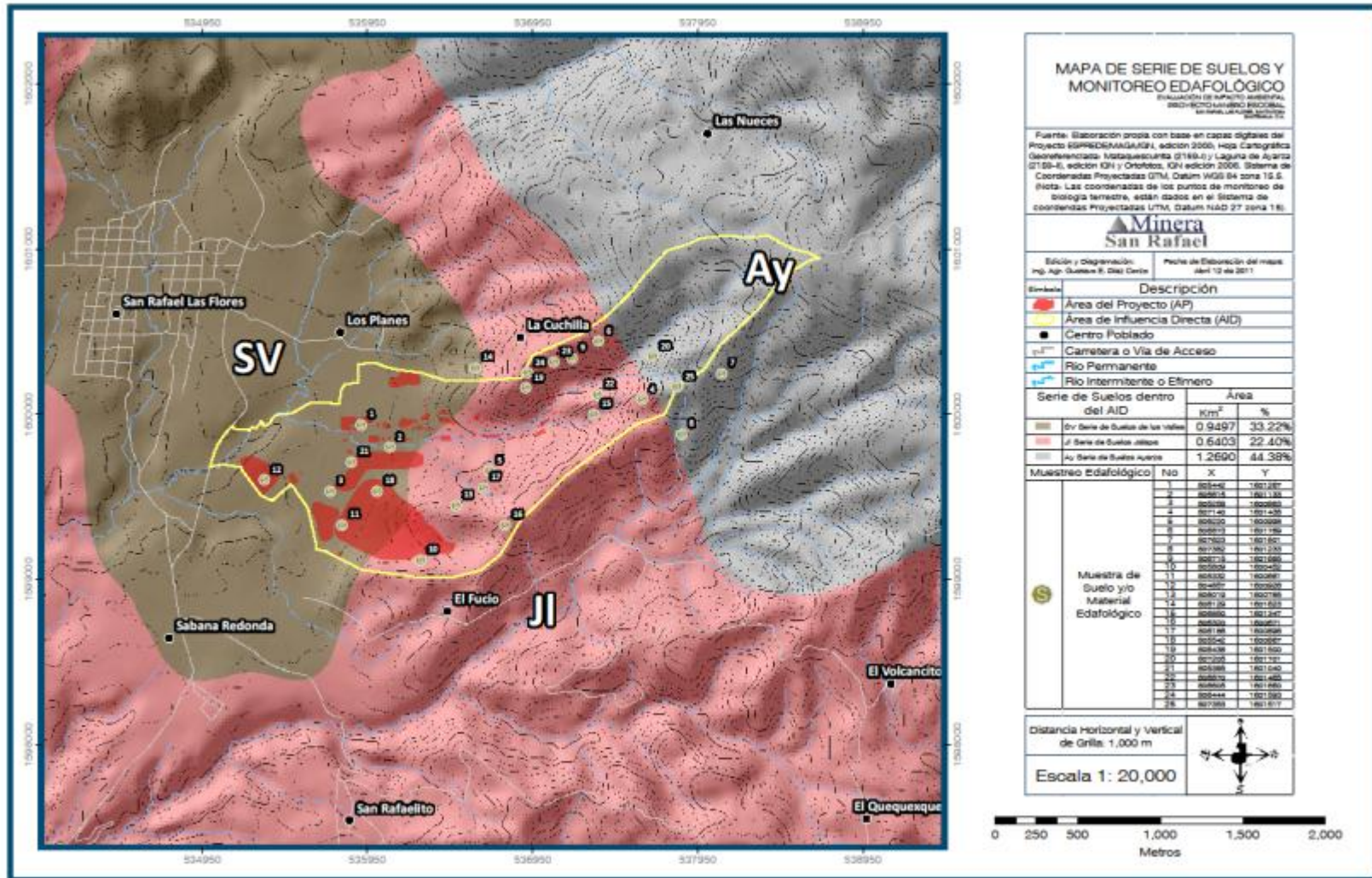
La capacidad de uso se agrupa en categorías que corresponden a la capacidad productiva del terreno con que cuenta determinada área; en Guatemala de acuerdo con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América, existen 8 clases de clasificación de capacidad productiva de la tierra, en función de los efectos combinados del clima y las características permanentes del suelo.

La capacidad de uso de la tierra dentro del área de la licencia de exploración Oasis, se localiza entre las categorías III, VI, VII y VIII, sin embargo dentro de la micro cuenca de la quebrada El Escobal, la categoría es III y VII. La Clase de Capacidad de Uso III, son tierras apropiadas para cultivos intensivos y otros usos.

² Atlas Temático de la República De Guatemala. MAGA, Diciembre 2004.

³ Simmons, Ch. S.;Tárano, J.N. y Pinto, J.H., 1959

Figura 8.30 Mapa de serie de suelos



Esta categoría se localiza en el área de menor altitud a la salida de la quebrada. Entre las características de este tipo de capacidad de uso destacan que, son suelos profundos a moderadamente profundos, planos a ligeramente inclinados, franco arenosos a franco arcillosos, friables o muy firmes, de fertilidad natural baja a media; algunos son de reacción medianamente ácida a neutra y otros muy fuertemente ácidos a fuertemente ácidos. Los suelos planos generalmente soportan inundaciones periódicas ligeras.

Las prácticas de manejo y conservación adecuadas son: protección para las áreas susceptibles a inundaciones; control de la erosión hídrica en base a surcos en contorno, cultivos en fajas, cultivos de cobertura, y rotación de cultivos, de preferencia con leguminosas. En el área de estudio los cultivos que se siembran son: maíz, brócoli, tomate, chile pimiento y cebolla.

La Clase de Capacidad de Uso VII, son tierras marginales adecuadas para usos agropecuarios y aptos para el aprovechamiento forestal. Esta categoría es la que mayor área abarca debido a que en el Proyecto se encuentran altas pendientes. Los suelos de esta categoría son de profundidad efectiva limitada, empinados a muy empinados y con un potencial hidro-erosivo muy elevado. Pueden presentar rocosidad o pedregosidad superficial. También existen suelos planos con micro depresiones, arcillosos y pobremente drenados e inundables; capa freática a escasos centímetros de la superficie. Entre los usos apropiados para estos suelos está la explotación racional y aprovechamiento integral de los bosques. Las prácticas de manejo y conservación recomendadas son el aprovechamiento racional y repoblamiento de las especies forestales. Evitar las quemas y talas indiscriminadas.

Cuadro 8.4a Resultados de los Análisis de los Suelos frente a los Portales Este y Oeste

Parámetros	Dimensional	Rango adecuado	Portal Oeste	Portal Este	Portal Oeste B	Portal Este B
			Coordenadas			
			0806058 - 1601571	0806611 - 1601549	0806065 - 1601543	0806597 - 1601532
pH	Unidades	5.50 - 7.20	5.60	5.76	5.88	5.81
Concentración de Sales (C.S)	dS/m	0.2 - 0.8	0.08	0.09	0.10	0.23
Materia Orgánica (M.O.)	%	2.0 - 4.0	2.09	1.95	2.99	2.39
C.I.Ce	meq/100mL	5.0 - 15.0	6.7	8.4	9.8	9.5
Saturación K	%	4 - 6	13.7	16.5	12.6	14.7
Saturación Ca	%	60 - 80	65.8	66.4	72.9	63.1
Saturación Mg	%	10 - 20	19.1	16.8	14.0	20.8
Saturación Al+H	%	< 20	0.0	0.0	0.0	0.0
Saturación Na	%	< 5	1.5	0.3	0.6	1.5
Nitrato (N-NOR ₃ R)	ppm (p/v)	25 - 250	12.9	25.7	12.7	44.7
Fósforo (P)	ppm (p/v)	30 - 75	< 10.0	< 10.0	< 10.0	53.2
Potasio (K)	ppm (p/v)	150 - 300	357.0	537.0	481.0	546.0
Calcio (Ca)	ppm (p/v)	1000 - 2000	880.0	1110.0	1430.0	1200.0
Magnesio (Mg)	ppm (p/v)	100 - 250	153.0	169.0	165.0	237.0
Azufre (S)	ppm (p/v)	10 - 100	5.5	< 5.0	5.8	15.0
Cobre (Cu)	ppm (p/v)	1 - 7	1.4	1.0	1.7	2.5
Hierro (Fe)	ppm (p/v)	40 - 250	152.0	129.0	135.0	198.0
Manganeso (Mn)	ppm (p/v)	10 - 250	104.0	121.0	92.0	309.0
Zinc (Zn)	ppm (p/v)	2 - 25	0.5	0.9	1.1	7.5
Aluminio (Al)	ppm (p/v)	< 100	< 8.0	< 8.0	< 8.0	< 8.0
Sodio (Na)	ppm (p/v)	< 100	< 50.0	< 50.0	< 50.0	< 50.0
Densidad aparente	g/cm ³	--	1.09	1.07	0.96	1.18
Mononchus	No. de Nematodos por 100 mL	--	20	20	10	0
Dorylaimus	No. de Nematodos por 100 mL	--	0	0	10	0
Hemicycliophora	No. de Nematodos por 100 mL	--	0	40	0	0
Criconemella	No. de Nematodos por 100 mL	--	10	30	20	20
Aphelenchus	No. de Nematodos por 100 mL	--	0	0	0	20
Rhabditis	No. de Nematodos por 100 mL	--	0	10	20	10
Tylenchus	No. de Nematodos por 100 mL	--	20	0	0	0
Heliocotylenchus	No. de Nematodos por 100 mL	--	0	20	0	0

Cuadro 8.4b Resultados de metales pesados en muestras de suelos en el área de influencia del proyecto

Parámetros		Cadmio	Cromo Total	Plomo	Arsénico	Mercurio	Humedad	
Dimensionales		mg/Kg-Cd	mg/Kg-Cr	mg/Kg-Pb	mg/Kg	mg/Kg	%	
Límite de detección		0.01	0.01	0.02	0.46 – 0.64	0.014 – 0.017	0.10	
1	Coordenadas	0805442 1601267	--	--	--	9.1	0.032	13.7
2		0805615 1601133	--	--	--	13	0.036	10.7
3		0805258 1600863	--	--	--	3.7	0.028	19.8
4		0807140 1601438	< 0.01	6	11	2.6	0.029	21.3
5		0806220 1600998	--	--	--	2.6	0.023	14.3
6		0806873 1601789	< 0.01	11	12	29	0.018	18.5
7		0807623 1601601	< 0.01	6	13	ND	0.037	25.2
8		0807382 1601233	< 0.01	7	14	3.4	0.023	15.9
9		0806715 1601685	< 0.01	12	11	1.8	0.0034	17
10		0805809 1600452	--	--	--	48	0.015	10.6
11		0805332 1600661	--	--	--	3.6	0.026	13.6
12		0804857 1600926	--	--	--	4.5	0.047	13.2
13		0806019 1600785	--	--	--	1.8	0.024	17.5
14		0806129 1601623	< 0.01	14	11	14	0.019	13.1
15		0806850 1601347	< 0.01	7	13	4.2	0.37	22.9
16		0806320 1600671	--	--	--	1.5	0.024	15.8
17		0806186 1600896	--	--	--	7.5	0.026	15.0
18		0805542 1600867	--	--	--	2.3	0.032	15.4
19		0806438 1601500	0.56	27	32	26	0.061	22.1
20		0807205 1601701	< 0.01	6	15	6.4	0.060	19.7
21		0805385 1601040	--	--	--	5.2	0.035	22.3
22		0806870 1601465	< 0.01	10	16	11	0.032	11.8
23		0806605 1601660	2	13	769	130	0.12	24.0
24		0806444 1601593	< 0.01	12	13	28	0.019	11.2
25		0807353 1601517	< 0.01	5	18	5.1	0.028	17.2

8.4 Clima

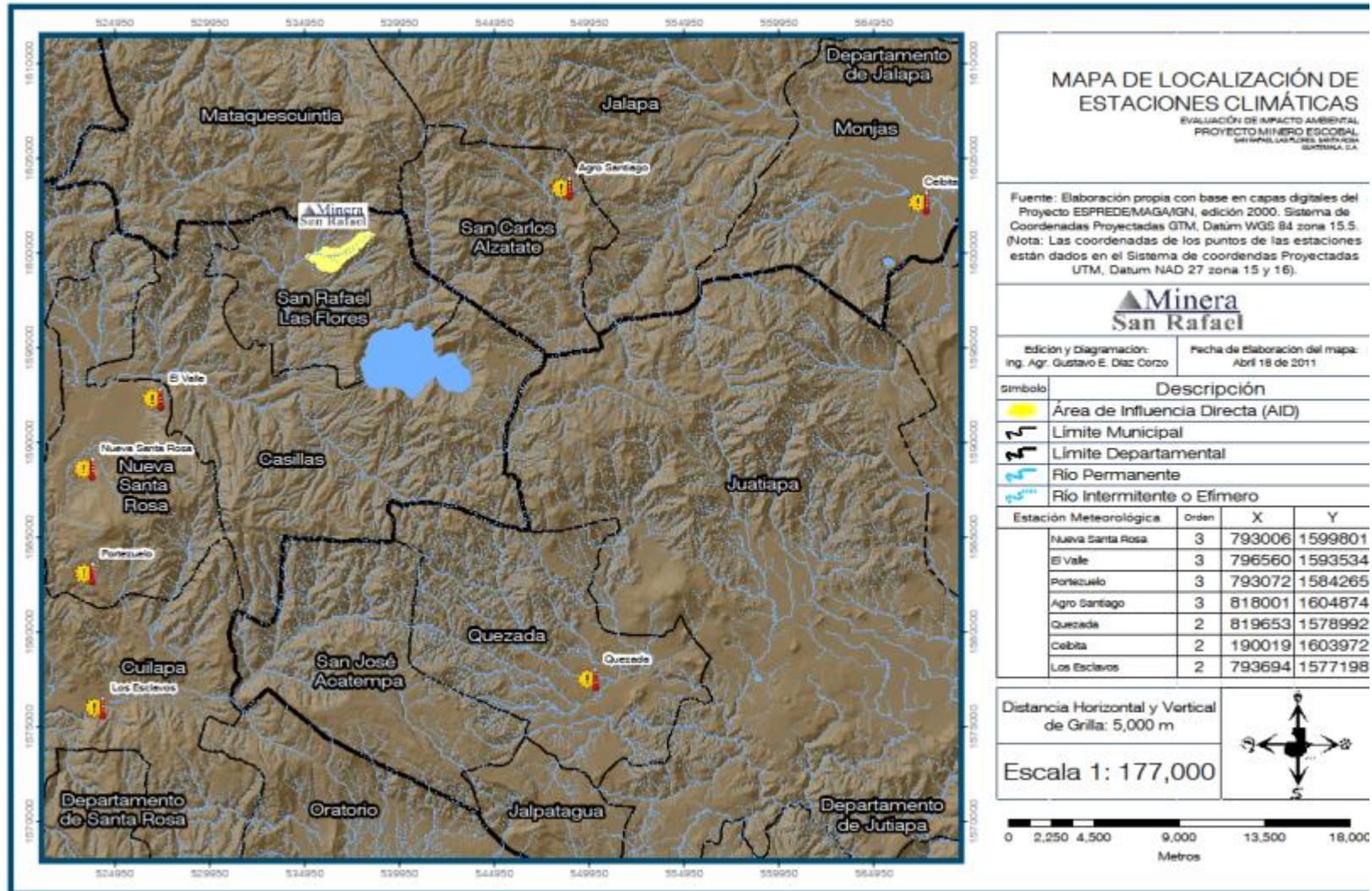
Según el sistema de clasificación Thornwhite (MAGA, 2000), el área de la licencia a solicitar “Escobal”, presenta tres tipos de climas: a) Clima Húmedo y Semicálido (BB´) con vegetación natural característica de bosque, representa 25.05 km² (50.10%); b) Clima Semi-Seco y Semi-Cálido (CB´), con vegetación natural característica de pastizal, abarca 17.24 km² (34.84%) y; c) Clima Húmedo y Templado (BB´2) con vegetación natural característica de bosque, la cual ocupa 7.71 km² (15.42%). En la microcuenca de la quebrada Escobal el tipo de clima es húmedo semicálido (BB´) y semiseco semicálido (CB´).

Los elementos climatológicos relacionados a estos tipos de clima se analizaron con base en las estaciones meteorológicas más cercanas al Proyecto, siendo éstas Nueva Santa Rosa, El Valle, Portezuelo, Los Esclavos, Agro Santiago, La Ceibita y Quesada que se muestran en la Figura 8.31 y en el Cuadro 8.5, los años de registro de las mismas.

Cuadro 8.5 Datos generales de las estaciones climáticas

Clave	Nombre	Latitud	Longitud	Elevación (msnm)	Orden	Años de Registro
18.07.02	Nueva Santa Rosa	14°22'	90°17'	1001	3	Ago 1962 – May 1978
18.07.03	El Valle	14°24'	90°15'	1008	3	Feb 1959 – Feb 1983
18.10.01	Portezuelo	14°19'	90°17'	1120	3	Ene 1965 – Dic 1989
9.04.01	Agro Santiago	14°30'	90°03'	1700	3	Ene 1959 – Abr 1972
10.13.01	Quesada	14°15'58"	90°02'16"	980	2	Ene 1970 – Dic 1980
9.03.03	Ceibita	14°29'34"	89°52'32"	960	2	Ene 1970 – Dic 1980
18.01.03	Los Esclavos	14°15'10"	90°16'42"	737	2	May 1970 – Abr 2010

Figura 8.31 Mapa de localización de estaciones climáticas



8.4.1 Estudio de las precipitaciones (variación estacional, variación interanual, variación espacial)

La variación interanual de la precipitación se ha determinado procesando los totales mensuales de precipitación de las estaciones climáticas del área de estudio que han sido seleccionadas, extendiendo y rellenando datos para completar el período de registros de 50 años de 1960 a 2009.

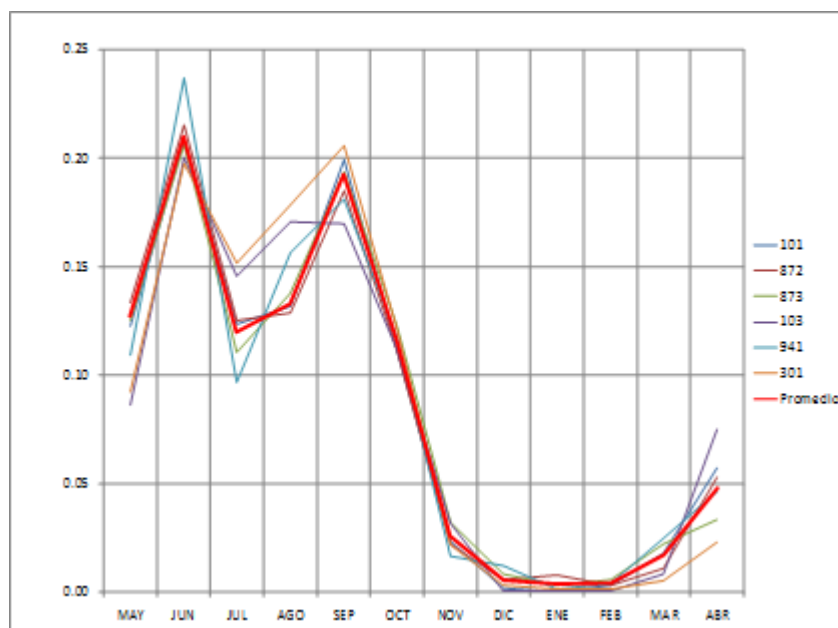
Los promedios de los totales mensuales de precipitación de cada mes de todo el registro permitieron calcular los valores relativos de cada mes respecto al promedio del total anual. En el Cuadro 8.6 a continuación se presentan las estadísticas de los totales mensuales de cada estación para el período 1960-2009. Las estaciones más cercanas al proyecto y cercanas entre sí son las identificadas con los números de código 101, 872, 873 y 941 que pertenecen a las estaciones El Portezuelo, Nueva Santa Rosa, El Valle y Agro Santiago. Con dichos valores se ha elaborado la Gráfica 8.1 que muestra la variación estacional de la precipitación.

Los totales anuales de precipitación de cada año y cada estación han sido determinados y con ellos se ha elaborado la gráfica del promedio de las anomalías de precipitación anual que se presenta en la Gráfica 8.1. Los valores de las ordenadas son del promedio de las anomalías de cada estación. Las series que se presentan en la Gráfica 8.2 están identificadas con un número que corresponde con los tres últimos dígitos de la clave.

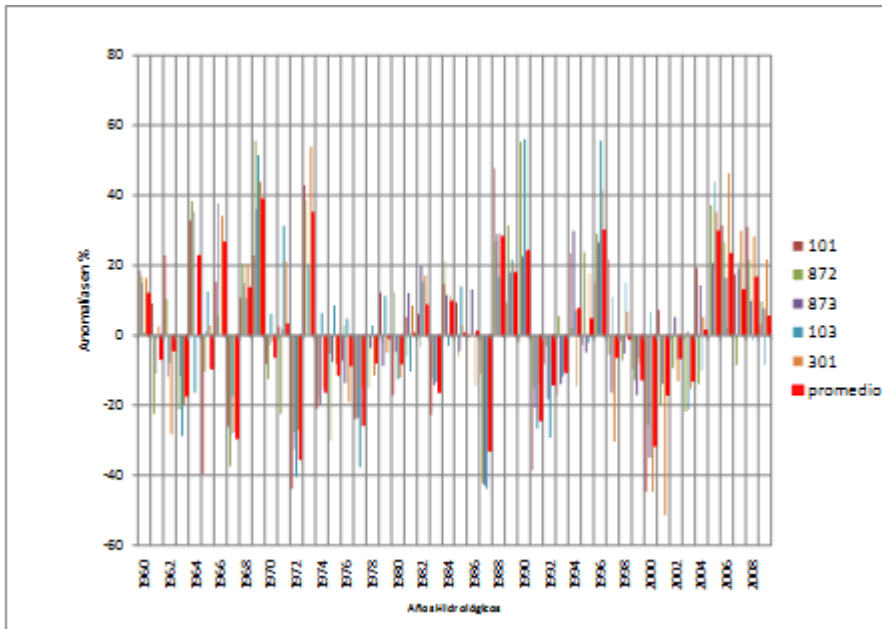
De la Gráfica 8.2 se puede establecer que el número de años húmedos es similar al de años secos, y que los años promedios fueron: 1979, 1981 y 1985. Se puede apreciar en la gráfica que los años secos suceden en algunos períodos uno tras otro. De acuerdo a lo anterior los años más húmedo en la región fueron 1969, 1973, 1986 y 2005, y los años más secos fueron 1967, 1972, 1987 y 2000.

Cuadro 8.6 Estadísticas de los totales mensuales de precipitación de 1960 al 2009

Estadística	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total
101 Estación El Portezuelo													
Promedio	146	248.1	147.2	156.7	237.2	132.4	28.1	1.9	0	3.8	21.1	68.3	1191
Desviación estándar	73.2	86.3	76	80.1	87.1	146	56.9	5.1	0	9.9	60.8	54.7	
Sesgo	0.1	0.6	0.5	0.8	0.8	4.2	4.8	3.5	0	4.2	5.4	0.7	
Valor mensual relativo	0.12	0.21	0.12	0.13	0.20	0.11	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	
872 Nueva Santa Rosa													
Promedio	165.8	267.8	155.6	159.9	130.0	138.6	27.5	6.9	9.6	3.6	13.4	65.7	1244
Desviación estándar	63.7	100	87	66.9	89.3	64.6	33.7	20.1	1248	9	28.5	187.1	
Sesgo	-0.4	-0.2	0.6	0.9	1.4	1.5	1.7	3.9	7.1	3.3	3.7	5.7	
Valor mensual relativo	0.13	0.22	0.13	0.13	0.18	0.11	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.05	
873 El Valle													
Promedio	149.7	246.6	132.2	164.9	231.6	146.5	38.1	10.0	3.6	6.6	26.2	40.0	1196
Desviación estándar	53.7	86.0	156.4	53.4	61.0	110.9	58.9	0.6	1.2	1.5	14.1	214.1	
Sesgo	1.2	0.3	4.7	0.7	1.7	2.5	3.9	1.7	2.4	3.1	2.1	5.4	
Valor mensual relativo	0.09	0.20	0.15	0.17	0.17	0.11	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	
106 Los Esclavos													
Promedio	83.4	193.7	140.9	165.3	164.4	108.1	30.8	0.5	0.7	0.7	8	72.5	969
Desviación estándar	53.7	86	156.4	53.4	61	110.9	58.9	0.6	1.2	1.5	14.1	241.1	
Sesgo	1.2	0.3	4.7	0.7	1.7	2.5	3.9	1.7	2.4	3.1	2.1	5.4	
Valor mensual relativo	0.09	0.20	0.15	0.17	0.17	0.11	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	

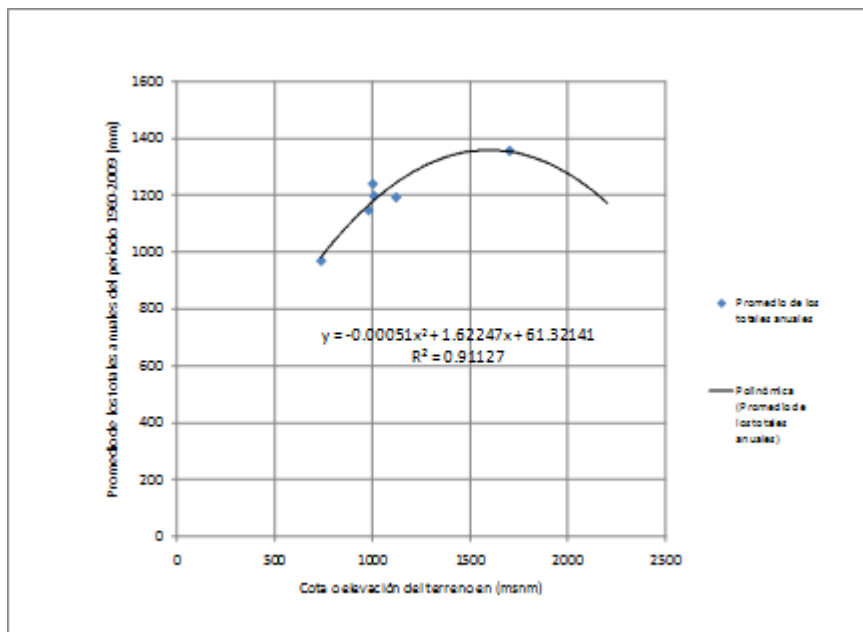


Gráfica 8.1. Variación estacional de la precipitación



Gráfica 8.2. Promedio de las anomalías

En este estudio, como parte de la experiencia en Guatemala, se ha estudiado la relación que existe entre la precipitación y la cota o elevación de la estación climática correspondiente. El resultado obtenido para el promedio de los totales anuales de precipitación del período 1960-2009 se presenta en la Gráfica 8.3.



Gráfica 8.3 Variación de la precipitación con la cota de la estación climática

La variación espacial de la precipitación se suele representar por las isoyetas las cuales corresponden a interpolaciones lineales entre las estaciones climáticas. Las precipitaciones en regiones de relieve muy variado como es el de las cuencas del área de estudio no pueden ser caracterizadas por los mapas de isoyetas convencionales. En la Figura 8.32 se muestra las isoyetas para el área del proyecto.

8.4.2 Estudio de la evapotranspiración

La evapotranspiración mensual y anual ha sido estimada ya que no están disponibles las mediciones directas de la evaporación de tanque o de la evapotranspiración potencial. La determinación de la evapotranspiración potencial se ha hecho con base en el método de Hargreaves⁴. Este método usa las siguientes ecuaciones:

$$EP = 0.0075 \times T \times RSM \dots\dots\dots (1)$$

$$RSM = 0.075 \times RMM \times S^{0.5} \dots\dots\dots (2)$$

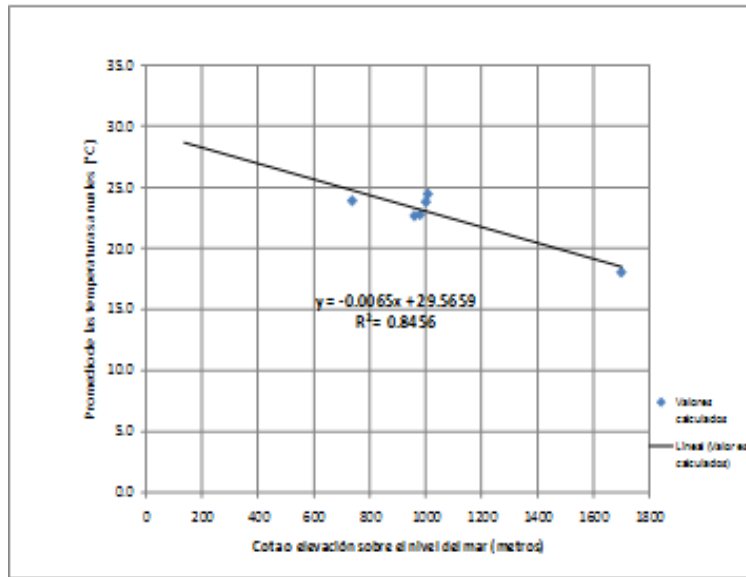
$$S = 12.5 \times (100 - HR)^{0.5} \dots\dots\dots (3)$$

Dónde:

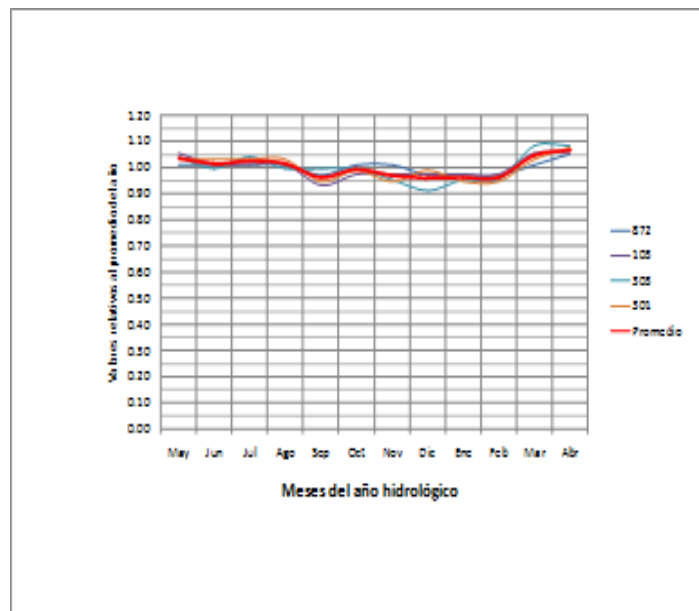
- T = Temperatura promedio en grados centígrados;
- RSM = Radiación solar en milímetros equivalentes de evaporación;
- RMM = Radiación solar extraterrestre en milímetros equivalentes de Evaporación;
- S = Brillo solar en %; y,
- HR= Humedad Relativa.

Los valores de temperatura y humedad para el cálculo han sido los de las estaciones climáticas que se presentan en el cuadro 8.5, de las cuales se presenta en el Cuadro 8.7 las estadísticas del período 1960-2009. Con base en el análisis realizado a la información disponible se ha determinado la variación de la temperatura con la elevación del terreno la cual se muestra en la Gráfica 8.4 y la distribución en el tiempo se presenta en la Gráfica 8.5.

⁴ A.J. Pate. Validity of evapotranspiration prediction in Costa Rica. USU. January, 1976.

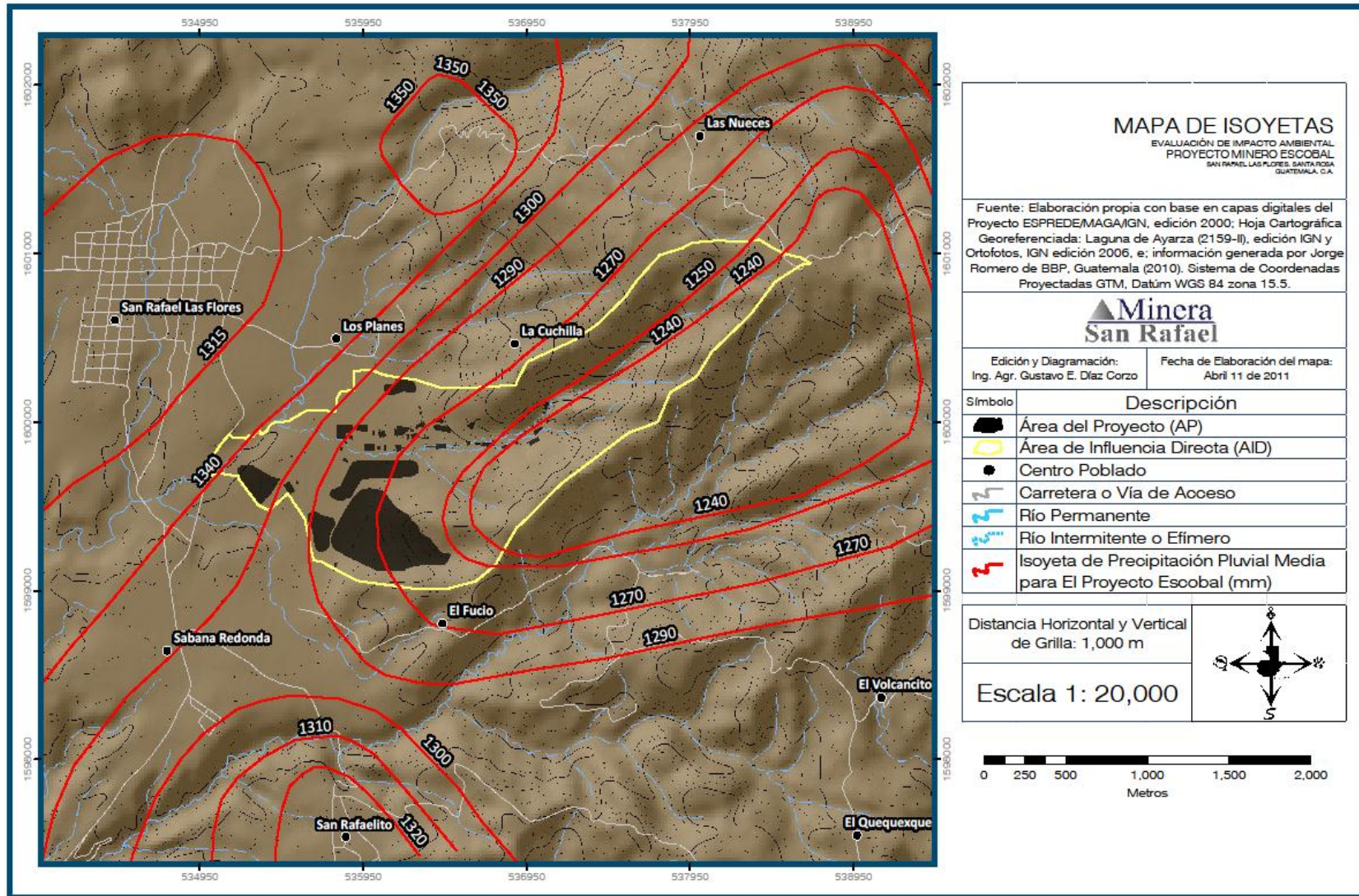


Gráfica 8.4 Variación del promedio de la temperatura media anual con la cota de la estación



Gráfica 8.5. Variación estacional de la temperatura

Figura 8.32 Isoyetas del área del proyecto minero

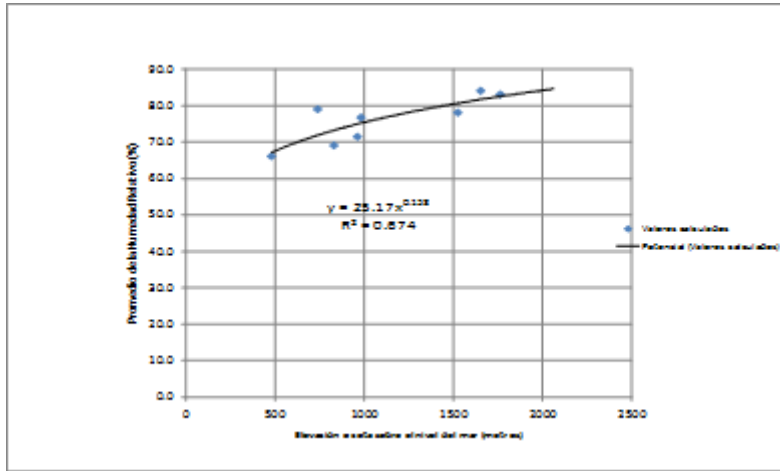


Cuadro 8.7 Estadísticas de temperaturas del período 1960 al 2009

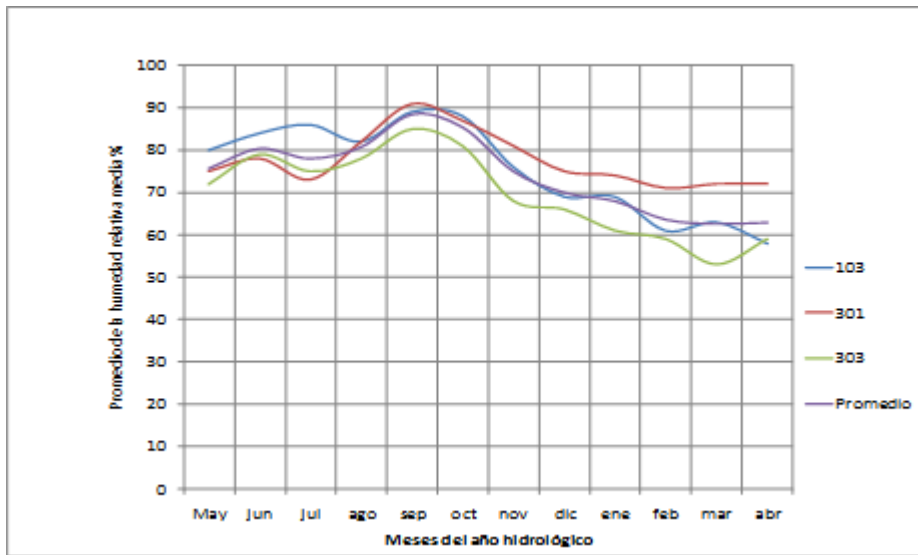
872 Nueva Santa Rosa													
Estadística	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total
Promedio	23.6	23.9	24.5	24.1	23.9	23.9	23.9	23	23.1	23.3	23.9	24.1	23.8
Desviación Estándar	3.1	2.1	1.6	1.5	0.9	0.9	5.6	1.3	0.9	1.6	2.3	3.7	
Sesgo	-3.6	-3.4	-1.8	-1.2	-1.3	0.8	5.6	-1.6	-1.3	-3.2	-2.6	-3.7	
873 El Valle													
Promedio	23.7	23.7	23.8	23.8	23.5	23.6	23.8	23.5	21.9	26.6	31.5	23.9	24.4
Desviación Estándar	0.3	0.1	0.8	0.6	0	0.4	0.4	0.6	1.4	20.8	7.6	3.2	
Sesgo	0	-11	-2.5	-2.7	285	6.1	-1.3	1.3	-0.9	1.2	-0.6	-2	
941 Agro Santiago													
Promedio	18.6	17.9	20.5	18.3	16.4	16.5	16	16.3	19.1	18.1	19.9	19.2	18.1
Desviación Estándar	1.4	4	4.1	1.1	2.8	1	1.2	0.9	44.5	3.4	1.9	2.1	
Sesgo	1	4.5	1.9	0.2	-2.6	-2	5.5	-0.1	4.7	3.7	0.1	4.6	
103 Los Esclavos													
Promedio	24.7	24.2	24	24	23.7	23.8	23.6	23.6	22.7	23.5	24	24.9	23.9
Desviación Estándar	1.1	0.6	1.2	1.1	0.9	0.7	1.3	1.4	1.6	1.2	2.4	2.5	
Sesgo	-1.9	-0.2	-1.4	-1.2	0.3	0	-2.9	1.4	-1.9	-1.7	-2.3	-3.3	
303 La Ceibita													
Promedio	24.3	23.4	23	23.2	22.8	22.4	21.7	21.2	20.7	21.6	23.3	24.4	
Desviación Estándar	1.7	1	1.3	1.3	.12	1.4	1.5	1.9	1.4	1.7	1.8	1.6	
Sesgo	2.4	-0.9	-1.9	-0.4	1.2	1.4	2.2	2.1	1.8	2.4	0.9	2.4	
301 Quesada													
Promedio	24.1	23.3	23.5	23.3	22.9	22.9	22.3	22	21.5	21.8	22	23.7	22.8
Desviación Estándar	1	0.8	1	1.1	0.8	1.5	1	1.1	1.8	2.1	4.	1.9	
Sesgo	2.4	0.8	0	-1	0	4.2	0.1	-2.6	-1	-5	-3.7	-3.9	

De las gráficas anteriores de temperatura se concluye que la relación del cambio con respecto a la elevación encontrada, concuerda con otras encontradas en Guatemala y con el gradiente de temperatura de la atmósfera estándar. La temperatura es muy estable durante el año; se notan valores uniformes y altos en la época lluviosa, bajos de septiembre a febrero y muy altos en marzo y abril. Las variaciones hacia arriba o hacia abajo no exceden un 5%.

Relaciones similares a las anteriores han sido preparadas para la humedad relativa, como se aprecia en las Gráficas 8.6 y 8.7. Adicionalmente la relación entre humedad y cota no es altamente significativa.



Gráfica 8.6. Variación de la humedad relativa con la cota



Gráfica 8.7. Variación estacional de la humedad relativa

La única estación dentro de la cuenca con datos de humedad relativa media es Los Esclavos, a cuyos valores se aproxima la variación estacional promedio, los cuales se muestran en el Cuadro 8.8.

Cuadro 8.8 Estadísticas de la humedad relativa media del período 1960 al 2009

Estadística	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Promedio
103 Los Esclavos													
Promedio	80.5	83.8	80.9	83.7	87.5	85.4	79.6	76.4	74.6	71.5	70.9	72.4	79
Desviación Estándar	8.2	7.5	8.3	7.4	5	7	8.2	9.7	10	10.9	8.6	10.7	
Sesgo	-1.5	-2.4	-1	-1.3	1.2	-2.3	-0.9	-2.1	-1.4	-1.5	0.5	-1.8	
301 Quesada													
Promedio	78.7	82.6	75.5	77.7	82.5	82.8	78.8	74.8	71.4	70.6	72	72.3	77
Desviación Estándar	5.6	6.4	10.2	8.7	8.3	6.1	6.8	6.7	6.4	6.2	6.5	6	
Sesgo	0.3	0.5	-1.1	-0.2	-1.3	-1.4	0.2	-0.5	0.2	0.2	0.5	0.9	
303 La Ceibita													
Promedio	67.6	76.3	75.4	75.8	80.5	59.1	74.5	71.3	67.1	65	61.8	62.2	71
Desviación Estándar	6.3	5.9	6.4	5.8	5.3	5.4	5.7	6.5	12.6	6.4	6.2	5.9	
Sesgo	1	-0.4	-0.5	-0.5	-0.3	-1.1	-0.3	0	-3.4	0.2	0	0.4	

8.5 Hidrología

Dentro de la cuenca del río Los Esclavos se localiza el área de la licencia a solicitar “Escobal”. En la Figura 8.33 se ubican las estaciones hidrométricas en el área de estudio, y en la Figura 8.34 se muestran las microcuencas que están en el área de influencia del proyecto y de la licencia a solicitar “Escobal”. En la cuenca de Los Esclavos han operado las estaciones identificadas con los números 76, 77, 78, 79 y 80, en la cuenca vecina al noreste del río Ostúa-Guija, la número 85 y en la cuenca del río María Linda, al oeste, la número 63. Los datos generales de estas estaciones se presentan en el Cuadro 8.9.

Cuadro 8.9. Datos generales de las estaciones hidrométricas

Identificación de las Estaciones			Ríos	Área Drenada
Código	Clave	Estaciones		Km ²
77	18.10.01	Poza Escondida	Tapalapa	50.05
76	18.01.01	La Sonrisa	Los Esclavos	966.40
63	18.08.02	Las Lomas	Aguacapa	321.44
78	18.04.02	Sinacantan	Los Esclavos	1233.05
80	18.04.01	Chiquimulilla	Margaritas	589.75
85	9.03.01	Casa de Tablas	Ostúa	321.25

Además de las estaciones anteriores hay una para el control de los niveles de la superficie de agua de la Laguna de Ayarza de nombre El Portezuelo y que se identifica con el número 79. Del Atlas Hidrológico de Guatemala¹ se han obtenido los promedios de los caudales mensuales y el promedio anual de los mismos, los cuales se presentan en el Cuadro 8.10.

Cuadro 8.10 Promedio de los caudales mensuales (m³/s)

Estaciones	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Promedio
Poza Escondida	0.32	1.35	1.15	1.19	4.46	2.14	0.51	0.27	0.27	0.32	0.31	0.27	1.0
La Sonrisa	5.72	21.68	17.52	16.79	38.32	29.56	8.67	4.01	3.23	2.92	2.82	3.03	12.9
Las Lomas	3.55	7.23	8.12	9.37	16.17	13.61	5.80	3.90	3.46	2.68	2.80	2.71	6.6
Sinacantan	5.68	17.43	18.16	15.92	31.13	27.32	10.34	6.45	4.44	3.90	3.56	3.52	16.4
Chiquimulilla	3.16	12.29	8.30	8.90	24.16	19.81	4.70	2.84	2.30	1.95	1.85	1.91	7.7
Casa de Tablas	1.29	11.24	12.53	13.11	20.67	14.63	2.67	1.04	0.70	0.47	0.44	0.45	6.6

¹ Atlas Hidrológico de Guatemala. INSIVUMEH-MAGA, 2005

Figura 8.33 Localización de estaciones hidrométricas

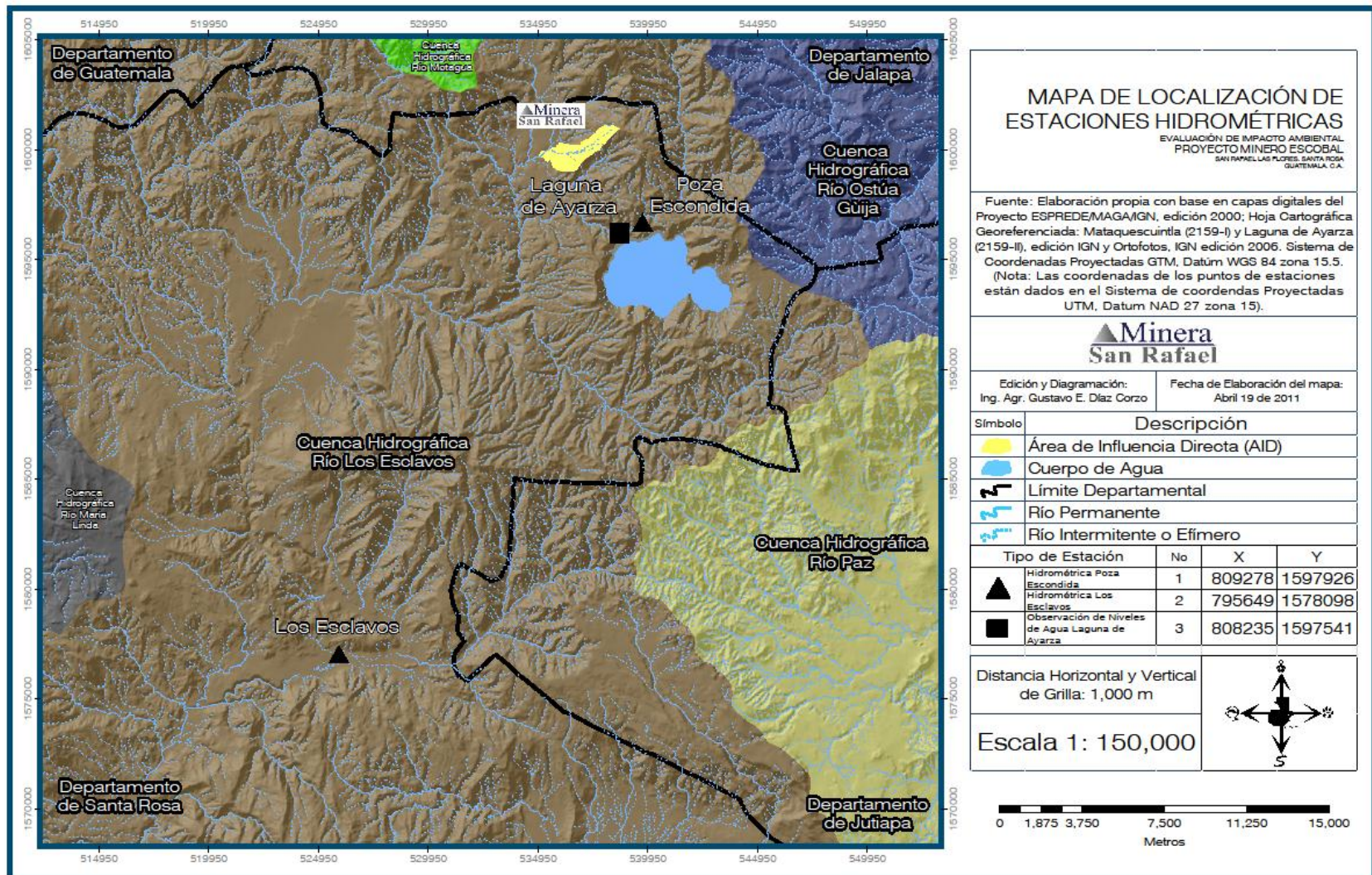
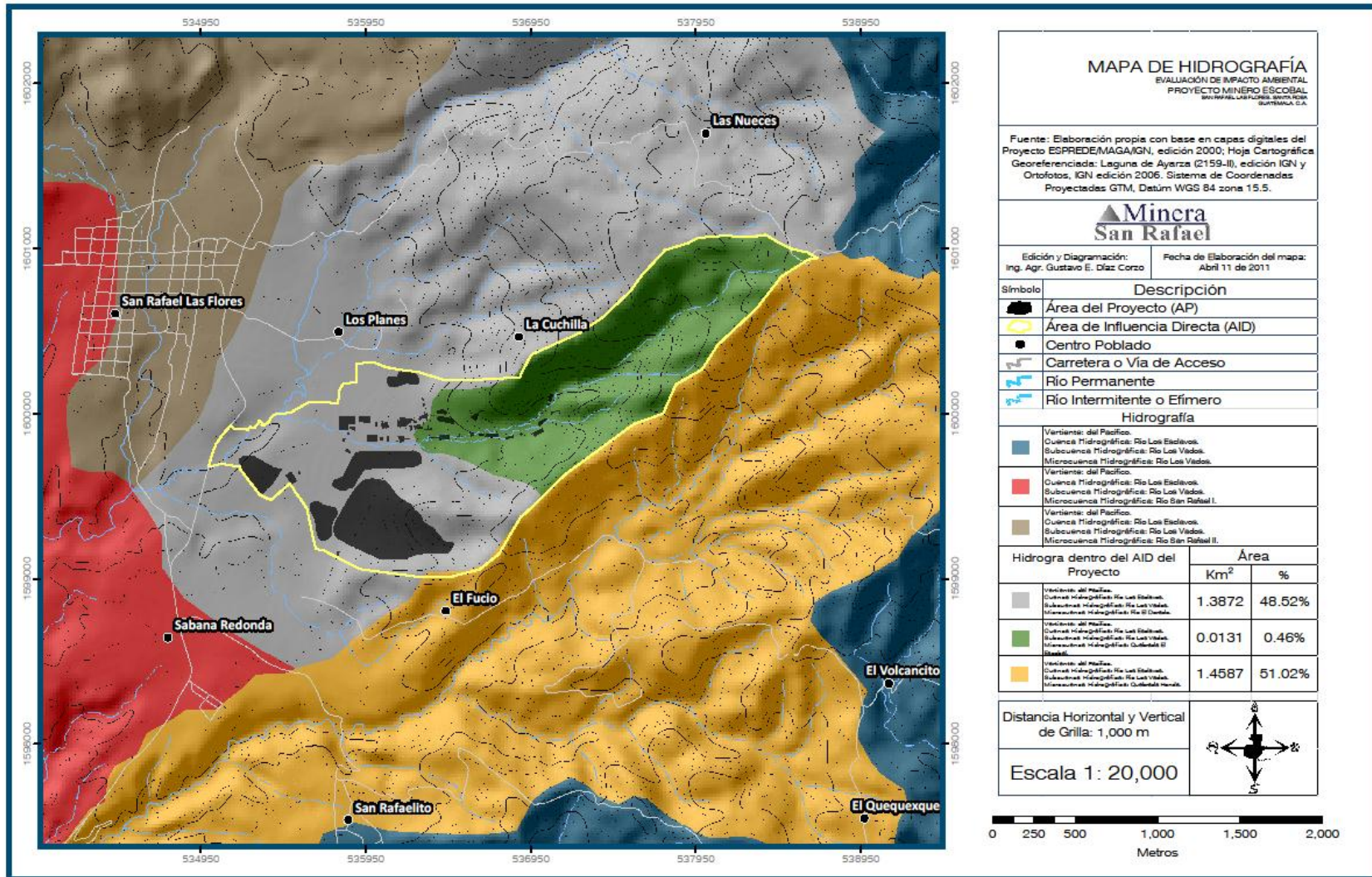
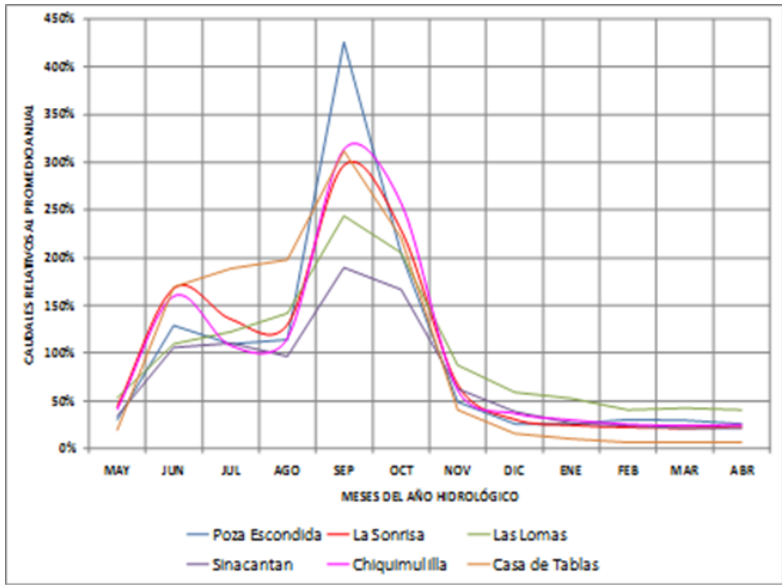


Figura 8.34 Hidrografía del área del proyecto minero

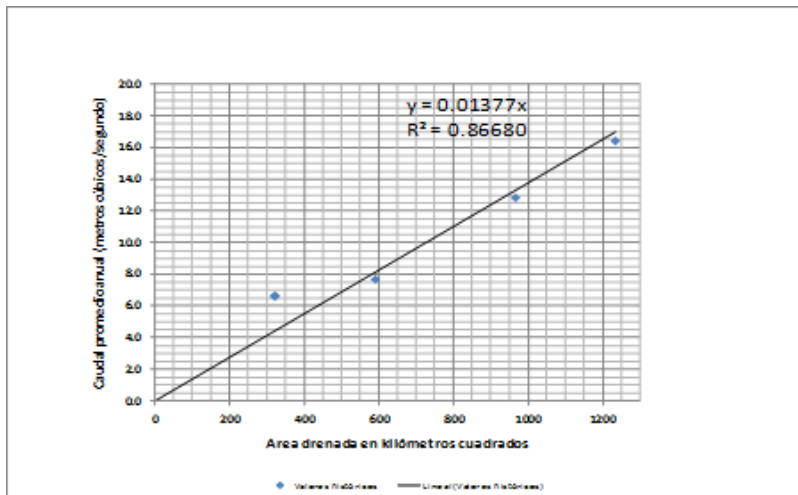


Con los caudales del Cuadro 8.10 se elaboraron los hidrogramas de los caudales mensuales, los que se presentan en la Gráfica 8.8. Se estima que el hidrograma de la estación La Sonrisa es el más fiel a lo que ocurre en la cuenca del río Tapalapa, considerando la longitud de sus registros (26 años) y la calidad de sus registros (estación limnigráfica).



Gráfica 8.8 Hidrograma de los promedios de los caudales mensuales

Con los caudales anuales de las estaciones del cuadro 8.10, con excepción de Poza Escondida, y sus áreas drenadas, se investigó la relación entre ambas variables encontrándose la relación que se presenta en la Gráfica 8.9.



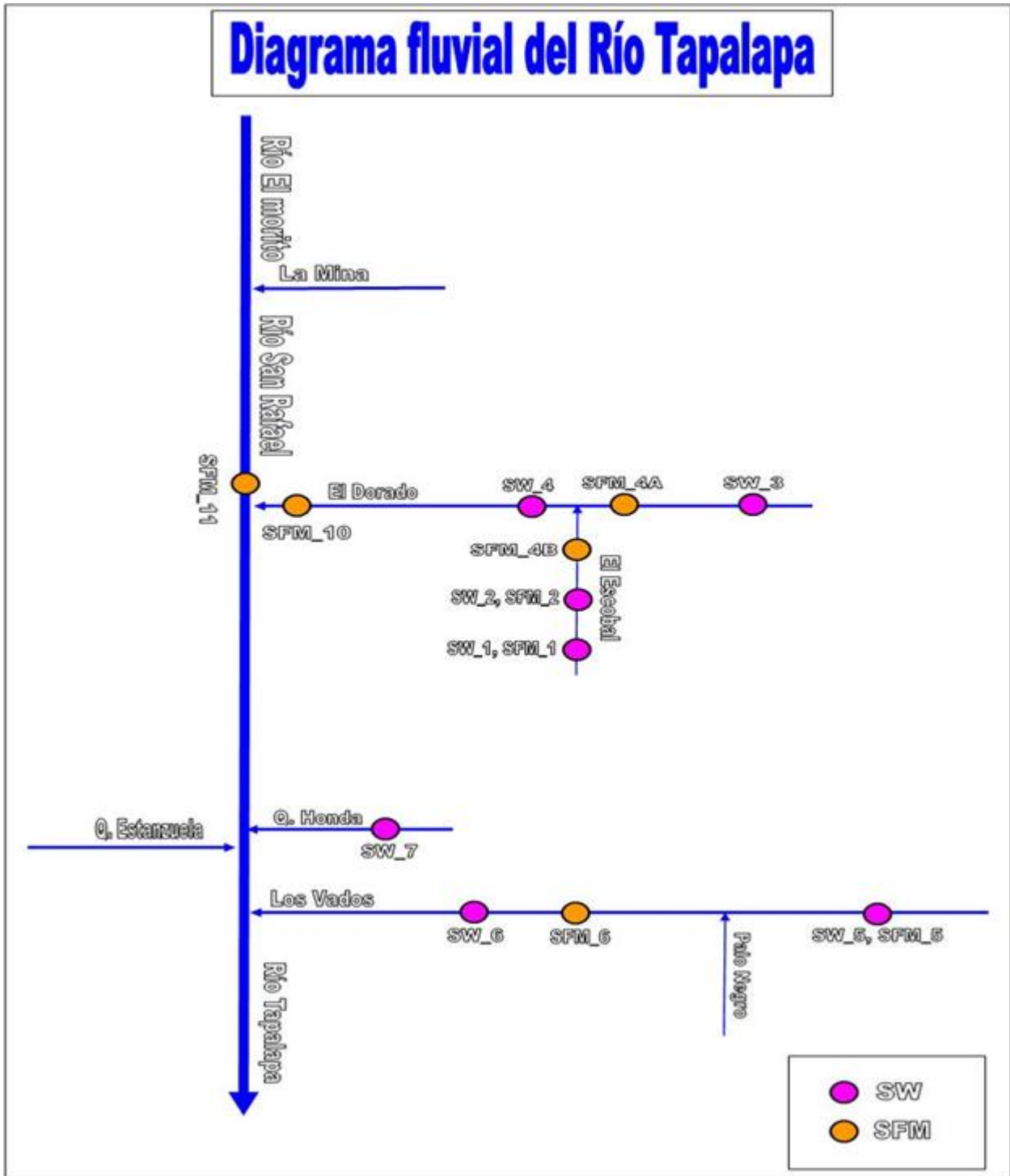
Gráfica 8.9. Relación entre el promedio de los caudales anuales y el área drenada.

Como parte de las actividades del proyecto de exploración minera se tienen siete puntos de control de la calidad del agua en diferentes corrientes, localizados como se muestra en la Figura 8.35. En estos puntos, como parte de este estudio se han hecho aforos con molinete y además en los siguientes lugares: SFM4-A: Río El Dorado justo antes de su confluencia con el Escobal.; SFM4-B: Río El Escobal justo antes de su confluencia con el río El Dorado; SFM10: Río El Dorado antes de su confluencia con el río San Rafael; y, SFM11: Río San Rafael justo aguas abajo de su confluencia con el río El Dorado. Las letras SFM corresponden con las iniciales de: Stream Flow Measurements (medición de caudal). En la Figura 8.35 se ilustra la localización de los puntos SW y SWF en el diagrama fluvial. Cuando los puntos coinciden se ha dejado el color correspondiente al SW. Los resúmenes de las dos jornadas de aforos realizadas se presentan en los Cuadros 8.11 y 8.12.



Fotografías 8.2 Quebrada El Escobal (SW-1) y Unión de la quebrada al río El Dorado

Figura 8.35 Diagrama Fluvial del río Tapalapa



Cuadro 8.11 Primera jornada de aforos

Punto de Muestreo	No.	Fecha	Esc.	Caudal (m ³ /s)	Área (m ²)	Vel (m/s)	Prof (m)	Ancho (m)	P.MOJ (m)	R.ID (m)	A*D ^{0.5} (m ²⁵)	MOL
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
SFM4-A	1	26/8/10	ESP	1.04	0.75	1.59	0.27	2.80	3.05	0.24	0.38	622
SFM11	1	27/8/10	ESP	3.16	2.67	1.18	0.29	9.15	9.47	0.28	1.44	622
SFM4-5	1	26/8/10	ESP	0.20	0.29	0.68	0.16	1.80	1.96	0.15	0.11	622
SFM10	1	27/8/10	ESP	1.18	0.96	1.22	0.26	3.75	4.06	0.24	0.49	622
SW1	1	26/8/10	ESP	0.08	0.14	0.53	0.12	1.2.4	1.33	0.11	0.05	625
SW2	1	26/8/10	ESP	0.15	0.22	0.69	0.14	1.50	1.65	0.13	0.08	622
SW3	1	26/8/10	ESP	0.69	0.78	0.88	0.21	3.65	3.78	0.21	0.36	622
SW4	1	26/8/10	ESP	1.08	1.05	1.03	0.17	6.10	6.15	0.17	0.43	622
SW5	1	26/8/10	ESP	2.75	3.33	0.82	0.37	8.90	9.08	0.37	2.04	622
SW6	1	26/8/10	ESP	5.22	5.15	1.01	0.33	15.65	15.91	0.32	2.96	622
SW7	1	27/8/10	ESP	0.42	0.51	0.83	0.17	3.00	3.24	0.16	0.21	622

Notas

ESP= Especifico
ESC= Escala
VEL= Velocidad
PROF= Profundidad
P:MOJ= Perímetro Mojado
R:HD= Radio Hidráulico

Cuadro 8.12 Segunda jornada de aforos

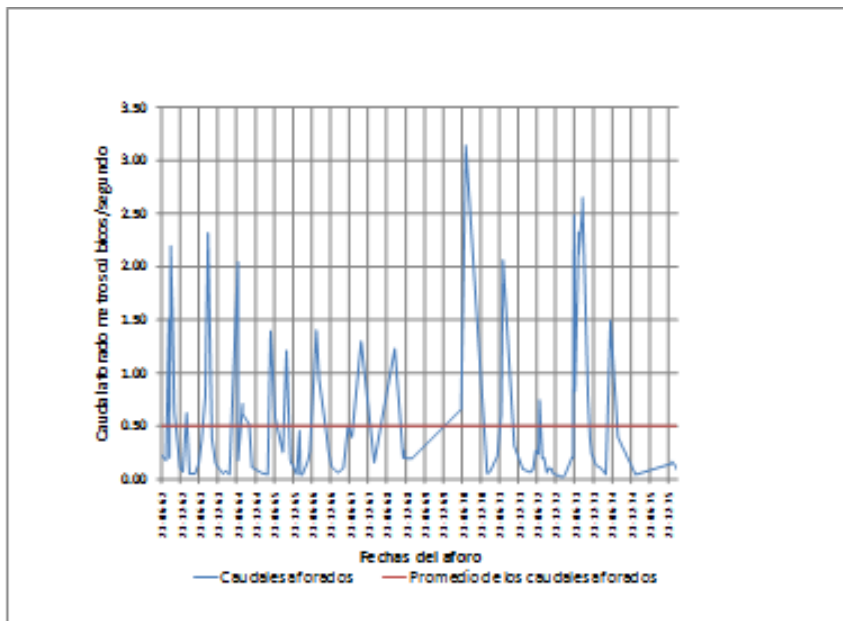
Punto de Muestreo	No.	Fecha	Esc	Caudal (m ³ /s)	Área (m ²)	Vel (m/s)	Prof (m)	Ancho (m)	P.MOJ (m)	R.HID (m)	A*.D ^{0.5} (m ²⁵)	Mol
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
SW2	2	28/9/10	ESP	0.01	0.20	0.06	0.12	1.65	1.78	0.11	0.07	622
SW3	2	28/9/10	ESP	1.00	1.11	0.90	0.26	4.30	4.43	0.25	0.57	622
SW4	2	28/9/10	ESP	1.41	1.24	1.13	0.26	4.85	5.16	0.24	0.63	622
SW4A	2	28/9/10	ESP	1.12	0.90	1.25	0.38	2.37	2.75	0.33	0.55	622
SW4B	2	28/9/10	ESP	0.24	0.26	0.90	0.16	1.70	1.89	0.14	0.10	622
SW7	2	28/9/10	ESP	0.49	0.60	0.81	0.18	3.30	3.45	0.17	0.26	622

Notas

ESP= Especifico
ESC= Escala
VEL= Velocidad
PROF= Profundidad
P:MOJ= Perímetro Mojado
R:HD= Radio Hidráulico

La relación existente entre los aforos y los promedios de caudales anuales se presenta en la Gráfica 8.10. Las relaciones muestran que los caudales están en la misma relación que las áreas drenadas y los aforos realizados durante este estudio, que fueron en meses muy húmedos de un año húmedo.

De la estación Poza Escondida se compraron al INDE el resumen de los 127 aforos realizados durante el período de operación de la estación del 19 de Diciembre de 1962 al 2 de Febrero de 1976 (antes del terremoto y de la creación de INSIVUMEH). Con dichos aforos se pudo encontrar una gran dispersión en los datos por lo que es muy difícil determinar una curva de calibración y ponen en duda los caudales derivados de esos datos. A pesar de lo anterior se ha elaborado la Gráfica 8.10 que es el hidrograma de los caudales aforados estando de ella la línea que representa el caudal promedio de los caudales aforados que es igual a $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$.



Gráfica 8.10 Hidrograma de los caudales aforados

Con los caudales anuales, la precipitación anual en la cuenca del río Los Esclavos hasta la estación La Sonrisa, las áreas drenadas, los caudales aforados y los hidrogramas de los promedios de los caudales mensuales de las estaciones en la región, se determinaron los caudales anuales por un modelo potencial de la forma $Q_a = K A^x P^y$, el modelo de correlación $Q_a = f(A)$, el modelo de Froancou Rodier² $Q_a = 106x(A/108)(1 - K_o/10)$, obteniéndose los resultados que se presenta en el Cuadro 8.13.

Dónde:

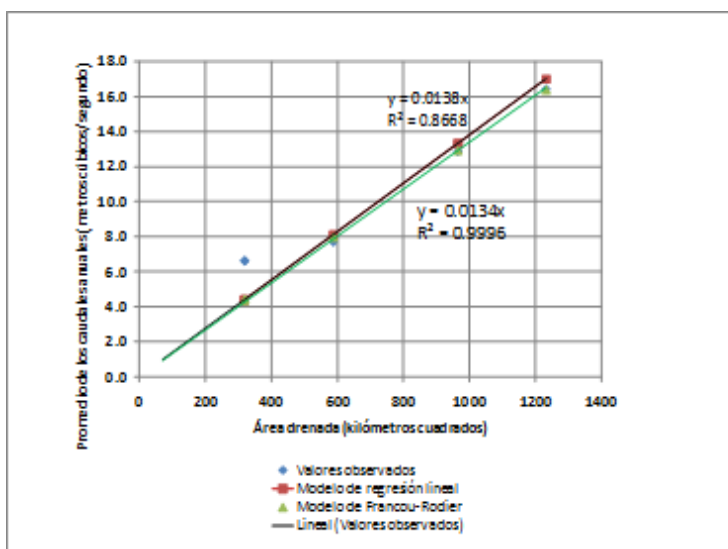
Q_a = Promedio de los caudales anuales (m^3/s)

A = Área drenada (kilómetros cuadrados)

x , y , K y K_o , son constantes de los modelos

² J.A. Rodier & M. Roche. World Catalogue of Maximum Observed Floods. IAHS-AISH Publication No. 143, 1984.

En la Gráfica 8.11 se muestran los resultados de los modelos de correlación y Francou-Rodier junto con los valores anuales observados en las estaciones usadas. Para cuencas menores de 200 km², cualquiera de los modelos arriba presentados puede ser usado.

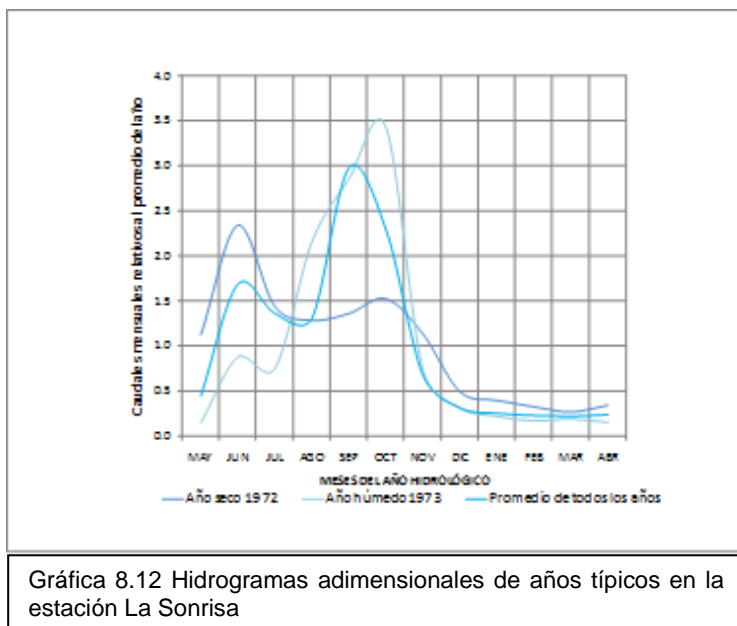


Gráfica 8.11 Promedio del caudal anual en función del área drenada

Cuadro 8.13 Estimación del promedio de caudales anuales en la estación Poza Escondida

Modelo Potencial				Función de Francou Rodier	
K	Precipitación	Área	Caudal	Área	K
1.294E-05	1294	50.1	0.83	50	0.25
					Caudal
					0-7
Caudal Anual Versus Área				Balance Hidrológico	
Alfa	Beta	Área	Caudal	Precipitación	Evapotrans. Real
0.01377	1.0000	50	0.7	129.9	628
				Caudal	670
Aforos y relación a Caudales				1.06	
Caudales de años Análogos y Aforos			Caudal	Caudal adoptado	
Aforos comprados al INDE			0.5	0.7	14
Aforos este estudio	1.3	292%	0.5		

La variación estacional o sea dentro del año se ilustra a través de los hidrogramas adimensionales de los caudales mensuales que se presentan en la Gráfica 8.12, elaborada con base en datos de la estación La Sonrisa sobre el río Los Esclavos.

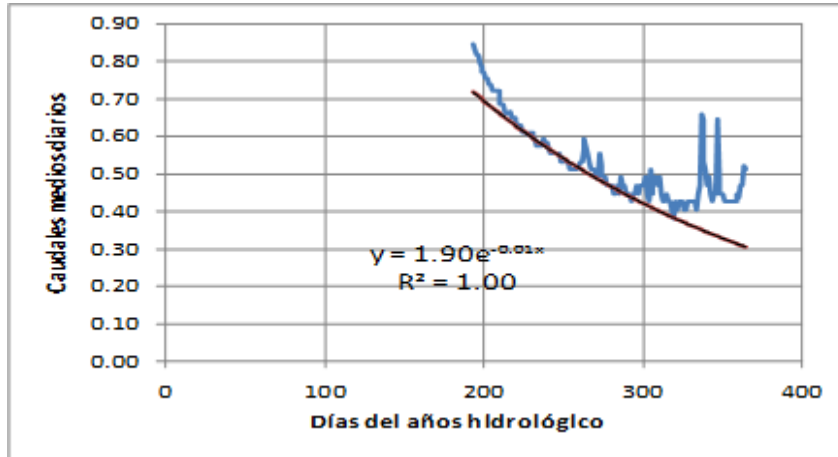


El caudal de un río puede concebirse integrado por la escorrentía directa y el flujo del medio poroso. En este estudio al primero se le ha denominado como escorrentía directa o flujo superficial y al segundo como base o hipodérmico. En el Cuadro 8.14 se presentan los resultados de los años evaluados. El año 1972 siendo el más seco de todo el registro y presenta un 59% de caudal base y un 41% de caudal superficial. El año 1979 que es húmedo muestra que el caudal base es el 28% y el caudal superficial el 72%.

Cuadro 8.14 Integración de los caudales en la estación La Sonrisa.

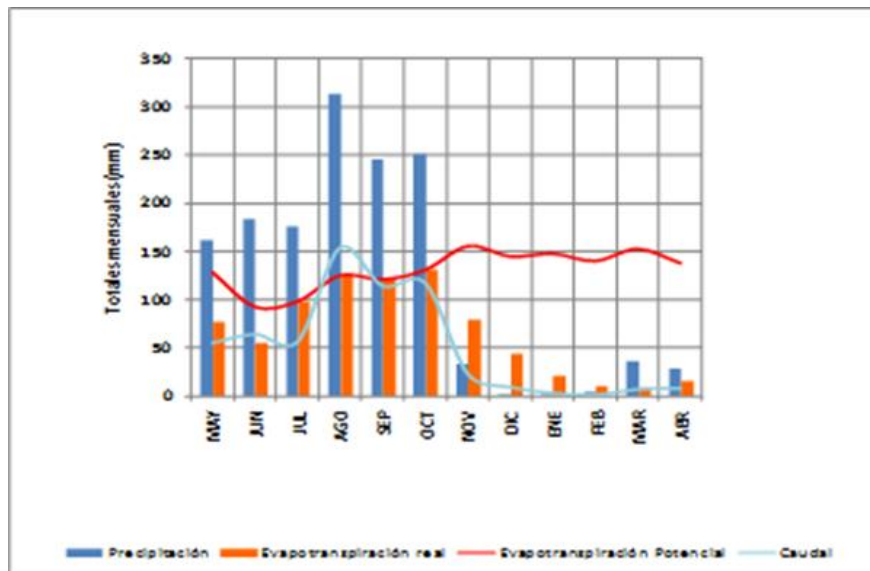
	Caudales			Volúmenes			Volúmenes (%)	
	Total M ³ /s	Base M ³ /s	Superficial M ³ /s	Total Millones de m ³	Base Millones de m ³	Superficial Millones de m ³	Base	Superficial
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
71-72	16.65	6.35	10.30	526.57	200.91	325.66	38	62
72-73	4.60	2.70	1.90	145.43	85.33	60.10	59	41
75-76	14.43	8.67	5.76	456.47	274.26	182.21	60	40
76-77	9.76	3.06	6.70	308.57	96.80	211.77	31	69
77-78	5.68	2.77	2.90	179.50	87.67	91.83	49	51
78-79	14.66	6.22	8.44	463.65	196.71	266.94	42	58
79-80	17.57	4.84	12.74	555.76	153.04	402.72	28	72
80-81	9.54	4.67	4.88	301.80	147.52	154.28	49	51

Como consecuencia de los análisis de separación de caudales se han determinado las recesiones de los caudales un ejemplo de los cuales se muestra en la Gráfica 8.13.



Gráfica 8.13 Curva de recesión de los caudales diarios

Se ha hecho el cálculo del balance hidrológico de las cuencas El Escobal y El Dorado hasta los sitios SW2 y hasta el sitio del SW4. En estos cálculos se han aplicado todos los resultados presentados en los numerales precedentes. En el Cuadro 8.15 se presentan los resultados de los cálculos de la corriente El Escobal para años típicos.

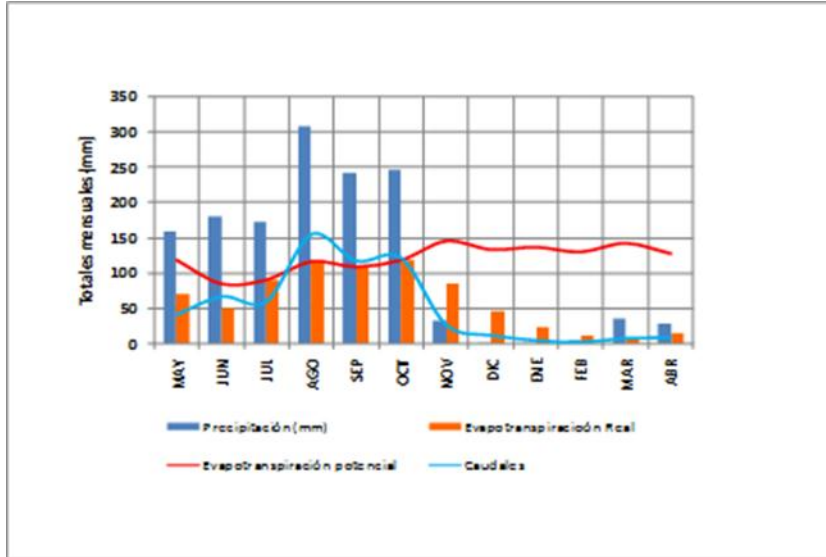


Gráfica 8.14 Balance de un año con precipitación anual similar al promedio Quebrada El Escobal

Cuadro 8.15 Componentes del balance hidrológico en la microcuenca quebrada El Escobal

Totales Mensuales de las Componentes del Balance Hidrológico													
(en milímetros)													
Año Promedio 1971													
Fenómeno	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Año
Precipitación	162	184	175	313	245	250	33	1	1	5	36	29	1433
Escorrentía Directa	48	40	27	115	73	76	0	0	0	0	0	0	379
Infiltración	114	143	148	198	172	174	33	1	1	5	36	29	1054
Evapotranspiración Potencial	128	92	98	125	121	181	156	145	148	140	153	138	1573
Evapotranspiración Real	77	55	98	125	121	131	79	44	21	10	8	16	785
Reservas Susceptibles de Escurrir	37	88	50	73	51	44	-47	-42	-20	-5	28	13	269
Flujo Hipodérmico	8	24	29	38	41	42	23	10	4	2	7	8	236
Caudal	55	64	57	158	114	117	23	10	4	2	8	9	616
Cambio de Almacenamiento Subsuperficial													
(mm)	30	64	20	34	10	2	-70	-52	-24	-7	21	5	33
(Lt/seg)	22	48	15	25	8	1	-53	-38	-17	-6	15	4	2.0
Año Promedio 1972													
Fenómeno	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Año
Precipitación	177	226	155	47	77	43	23	1	1	1	1	33	786
Escorrentía Directa	37	62	20	0	4	0	0	0	0	0	0	0	124
Infiltración	140	164	135	47	74	43	23	1	1	1	1	32	662
Evapotranspiración Potencial	117	102	119	116	114	129	158	157	157	150	161	148	1627
Evapotranspiración Real	70	61	119	71	46	56	29	21.6	10.5	5.6	4.1	2.9	497
Reservas Susceptibles de Escurrir	70	103	15	-24	28	-13	-6	-20	-9	-4	-3	29	165
Flujo Hipodérmico	14	33	29	18	20	13	9	3	1	0	-1	5	145
Caudal	52	95	49	18	24	13	9	3	1	0	0	6	269
Cambio de Almacenamiento Subsuperficial													
(mm)	56	70	-14	-42	8	-26	-15	-24	-10	-4	-3	24	20
(Lt/seg)	41	53	-10	-31	6	-19	-12	-17	-7	-3	-2	18	1.3
Año Promedio 1973													
Fenómeno	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Año
Precipitación	17	276	168	341	224	300	23	1	1	1	143	1	1649
Escorrentía Directa	34	91	33	134	61	88	0	0	0	0	18	0	460
Infiltración	136	185	135	207	163	212	23	1	1	1	125	1	1189
Evapotranspiración Potencial	112	88	99	112	118	129	134	142	157	139	144	128	1501
Evapotranspiración Real	67	53	99	112	118	129	90	54.4	28.7	11.9	86.2	17.5	86.6
Reservas Susceptibles de Escurrir	69	131	36	95	45	83	-67	-53	-28	-11	39	-16	323
Flujo Hipodérmico	14	38	38	50	49	56	30	13	5	2	9	4	308
Caudal	48	130	71	184	110	144	30	13	5	2	27	4	767
Cambio de Almacenamiento Subsuperficial													
(mm)	55	93	-2	46	-4	27	-98	-67	-32	-12	-29	-20	15
(Lt/seg)	40	71	-1	33	-3	20	-74	-49	-24	-10	22	-15	0.8

De manera similar se ha hecho el cálculo de los balances para la corriente El Dorado los cuales se presentan en el Cuadro 8.16.



Gráfica 8.15 Balance de un año con precipitación anual similar al promedio, río El Dorado.

Cuadro 8.16 Componentes del balance hidrológico en la microcuenca del río El Dorado

Totales Mensuales de los componentes del Balance Hidrológico Subcuenca El Dorado													
(En Milímetros)													
Año Promedio 1971													
Fenómeno	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Año
Precipitación	160	181	173	309	242	247	32	1	1	5	36	29	1417
Escorrentía Directa	30	39	27	113	71	74	0	0	0	0	0	0	354
Infiltración	130	142	147	196	171	173	32	1	1	5	36	28	1063
Evapotranspiración Potencial	119	85	91	117	110	119	147	134	138	131	143	129	1464
Evapotranspiración Real	72	51	91	117	110	119	86	46.4	23.8	117	8.7	15.2	753
Reservas Susceptibles de Escurrir	59	91	55	79	61	54	-54	-45	-23	-7	27	13	311
Flujo Hipodérmico	12	28	34	43	47	48	27	12	5	3	8	9	277
Caudal	42	68	60	156	118	122	27	12	5	3	8	9	631
Cambio de Almacenamiento													
(mm)	47	63	21	36	14	5	-82	-58	-28	-10	19	4	34
(lbs/seg)	199	277	92	154	64	23	-359	-246	-119	-45	82	20	12
Año Seco 1972													
Fenómeno	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Año
Precipitación	175	223	153	47	76	43	23	1	1	1	1	32	777
Escorrentía Directa	27	48	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95
Infiltración	148	175	133	47	76	43	23	1	1	1	1	32	682
Evapotranspiración Potencial	108	93	109	107	105	118	144	146	146	140	149	137	1501
Evapotranspiración Real	65	56	109	79	49	58	29	22.2	11.3	6.1	4.3	3.0	490
Reservas Susceptibles de Escurrir	83	120	25	-32	27	-15	-7	-21	-10	-5	-3	29	192
Flujo Hipodérmico	17	38	35	22	23	15	11	4	1	0	-1	5	171
Caudal	45	86	55	22	23	15	11	4	1	0	-1	5	266
Cambio de Almacenamiento													
(mm)	55	81	-11	-54	4	-30	-17	-25	-11	-5	-2	24	21
(lts/seg)	283	359	-46	-230	19	-127	-75	-107	-48	-23	-10	105	8
Año Húmedo 1973													
Fenómeno	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Año
Precipitación	334	340	160	294	335	187	1	1	1	1	1	36	1693
Escorrentía Directa	130	174	22	108	130	23	0	0	0	0	0	0	581
Infiltración	205	166	138	191	206	165	1	1	1	1	1	36	1111
Evapotranspiración Potencial	104	81	91	102	108	118	12.4	132	146	130	134	120	1389
Evapotranspiración Real	62	49	91	102	108	118	91	49.6	27.6	12.1	7.3	4.2	722
Reservas Susceptibles de Escurrir	143	117	47	89	97	46	-90	-48	-26	-11	-6	32	390
Flujo Hipodérmico	29	47	47	56	64	61	30	14	5	2	0	7	363
Caudal	159	222	69	159	195	83	30	14	5	2	0	7	945
Cambio de Almacenamiento													
(mm)	113	70	0	33	53	-14	-119	-62	-32	-13	-6	25	26
(lts/seg)	483	308	0	141	144	-61	-526	-265	-136	-51	-28	109	9

8.5.1 Aguas superficiales y subterráneas

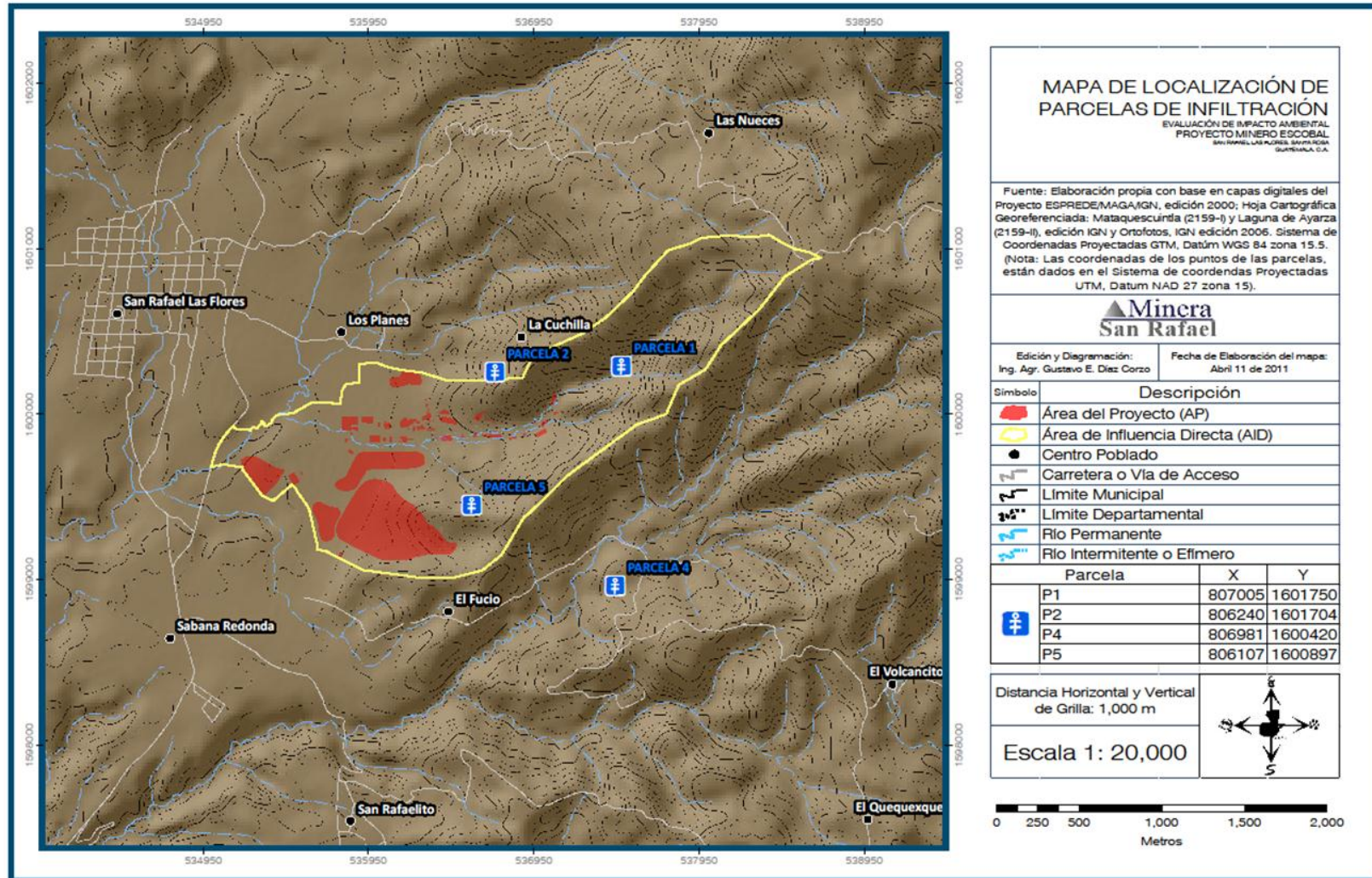
En el inciso anterior se ha descrito el comportamiento de las aguas superficiales, por lo que el énfasis se hará sobre el comportamiento de las aguas subterráneas. En este sentido, en el inciso 8.1 anterior, se describió los aspectos hidrogeológicos en base a la geología regional y local, donde se indicó que los estratos o litologías que almacenan aguas subterráneas en el área de estudio pueden clasificarse en acuíferos superior e inferior.

Adicionalmente se realizaron 4 pruebas de infiltración, cuya ubicación se muestra en la Figura 8.36, en materiales arcillosos a franco arcillosos, que consisten en suelos provenientes de andesitas, lahares, un aluvión, Piroclastos de caída y material erosionado en un conglomerado, que son los principales suelos en la zona. Las pruebas de infiltración realizadas sirven para determinar qué tan fácil se produce la recarga natural hacia el acuífero somero y también el profundo, ya que el agua necesariamente tiene que sortear primero las partes más superficiales. Se determinó que la conductividad hidráulica de estos materiales es de moderada a relativamente alta lo que permite recargar el acuífero superficial rápidamente.

Por otro lado, en los pozos perforados dentro del área urbana de San Rafael Las Flores, el nivel estático está entre 41 a 115 pies bajo el nivel del suelo (12.50 y 35 metros, respectivamente). El nivel dinámico reportado está entre 198 (60 m) a 253 (77 m), pies de profundidad. La conductividad hidráulica determinada es media equivalente a arenas finas a limos, la capa superficial tiene una conductividad hidráulica que tiene un rango entre 2.21×10^{-4} a 2.05×10^{-5} m/seg (Cuadro 8.17).

Básicamente las conductividades hidráulicas son similares en las cuatro pruebas de infiltración realizadas, aunque los materiales coluviales de los pozos 1 y 2 están en el mismo rango de magnitud de $1.54E-4$ a $2.21E-4$, mientras que son un poco más impermeables los materiales volcánicos y una brecha volcánica del pozo 3 y 4 con valores de $2.05 E-5$ a $2.37 E-5$ m/seg, en la Gráfica 8.16 se presenta la curva de infiltración para la prueba de infiltración 1.

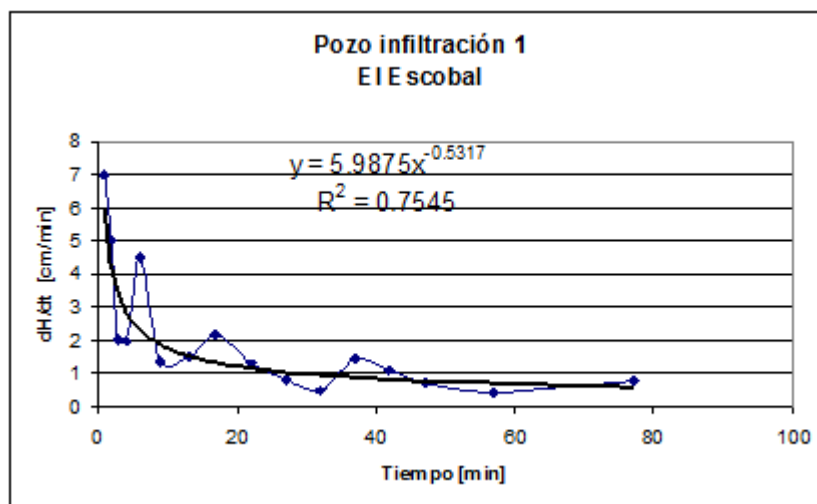
Figura 8.36 Ubicación de las pruebas de infiltración con énfasis en la microcuenca de la Quebrada El Escobal



El valor de conductividad hidráulica determinado en el área corresponden con valores para materiales de arenas finas a gravas gruesas en la literatura (1×10^{-2} a 1×10^{-6} m/seg).³ En síntesis se deduce que los diferentes materiales que componen los suelos del área tienen características similares en cuanto a su capacidad de infiltración. Siendo los materiales de brechas y cenizas volcánicas los más impermeables.

Cuadro 8.17 Resumen de la conductividad hidráulica de los suelos superficiales en el área del proyecto. El método de cálculo es de Kostiacov-Lewis

Pozo No.	1	2	3	4	
Estación	Meteorológica	Las Pilas	El Colmenar	Morales	Unidades
Diámetro	32	16	18	20	Cm
H	32	33	33	28	Cm
Longitud NAD 27	806338	805856	807302	807302	M
Latitud NAD 27	1601222	1601175	1601330	1601330	M
a	5.99E+00	1.6854	2.44	2.44	
b	-0.5317	-0.2733	-0.8851	-0.8851	
R2	0.745	0.3713	0.7711	0.7711	
Conductividad Hidráulica	2.21E-04	1.54E-04	2.05E-05	2.37E-05	m/seg
Tipo de Material	Material guijarroso con matriz arillo arenoso	Material Coluvial zona de inundación	Material Franco arcillosos	Brecha (roca)	

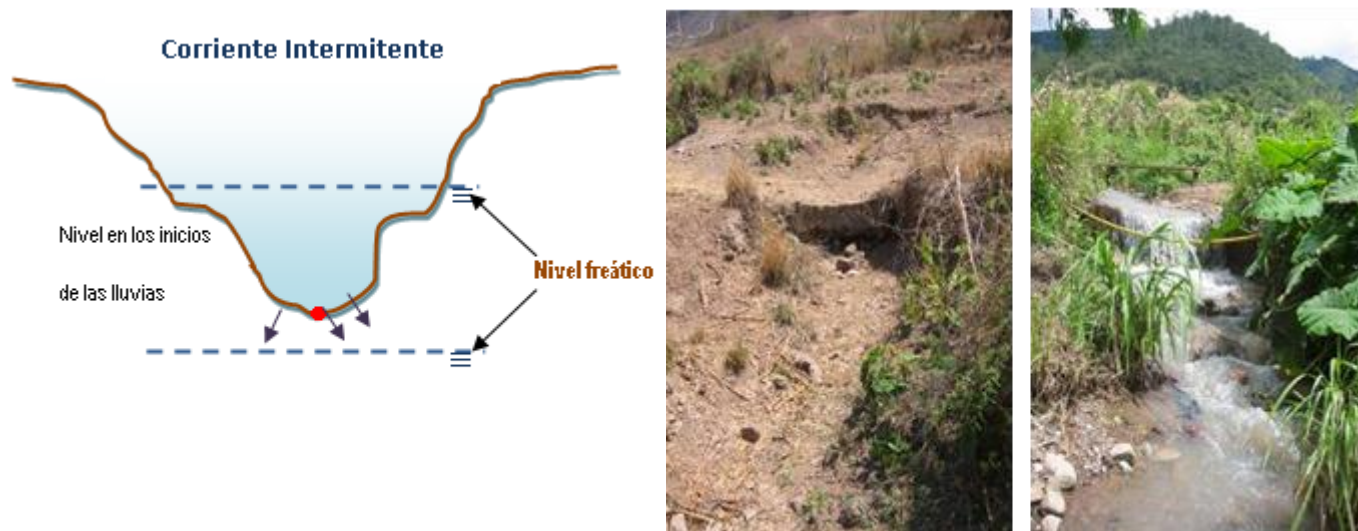


Gráfica 8.16 Curva de infiltración de la prueba de infiltración en la microcuenca El Escobal

³ Driscoll, F.G., 1986. Groundwater and wells. Second Edition. Johnson Screen Pub. 1089 pp. Saint Paul. Minnesota.

Haciendo énfasis en la quebrada El Escobal, corriente intermitente, que dentro de su microcuenca se desarrollará el proyecto, al inicio de las lluvias su cauce sirve como receptor y hasta saturarse el suelo aporta una cierta componente de agua que se infiltra al acuífero somero, luego ya escurre el agua como una corriente normal, hasta que al nivel freático somero local descende por debajo de su punto más bajo y el cauce se queda sin agua (Figura 8.37).

Figura 8.37 La corriente intermitente, quebrada El Escobal, se comporta como influente al inicio de las lluvias, aportando agua a la saturación del suelo e infiltrando hacia el acuífero somero. Las imágenes muestran la quebrada en verano e invierno en el mismo sitio aguas abajo. Modificado de J. Aparicio.2009.



El mapa de zonas de recarga hídrica elaborado se muestra en la Figura 8.37, indicándose las zonas como de menor, media y mejor área de recarga hídrica. Las pruebas de infiltración dan parámetros útiles que ayudan de manera local en esta zonación. Los mapas auxiliares que se tomaron en cuenta son el de uso de la tierra y cobertura vegetal, topográfico-pendientes, isoyetas, las lineaciones asociadas a rasgos geológico estructurales (fallas y fracturas), que se presentan como líneas discontinuas en el mapa de recarga hídrica, y por último la presencia de corrientes de agua.

Se hizo un análisis con base a medidas de campo (fallas y fracturas) principalmente en la microcuenca de la quebrada El Escobal y zonas aledañas, y son las zonas de tensión, las que permiten una mejor circulación de las aguas, ya que dado el tipo de rocas será preferentemente por fracturamiento y fallamiento (permeabilidad

secundaria), por la que circulará el agua en el subsuelo y principalmente en el acuífero profundo.

En la microcuenca Escobal la mejor zona de recarga se identifica en la parte baja de a la misma, sin embargo aún en la zona intermedia es probable que mejore su recarga-permeabilidad en profundidad debido al fracturamiento local. Las pruebas de infiltración realizadas (pozos 1 y 2) mostraron que los suelos tienen capacidad de infiltración de moderada a baja, que corresponden con suelos franco arenoso a arcilloso del orden de 1.54×10^{-4} a 2.37×10^{-5} m/seg.

El balance hidrológico para el área es positivo, ya que el proyecto se encuentra en el área de descarga hidrológica y los flujos de agua subterránea tienen dirección de Este a Oeste y Norte a Sur. Así como la alta precipitación de la zona propone una infiltración constante de agua, lo que permite la recarga de los acuíferos profundos.

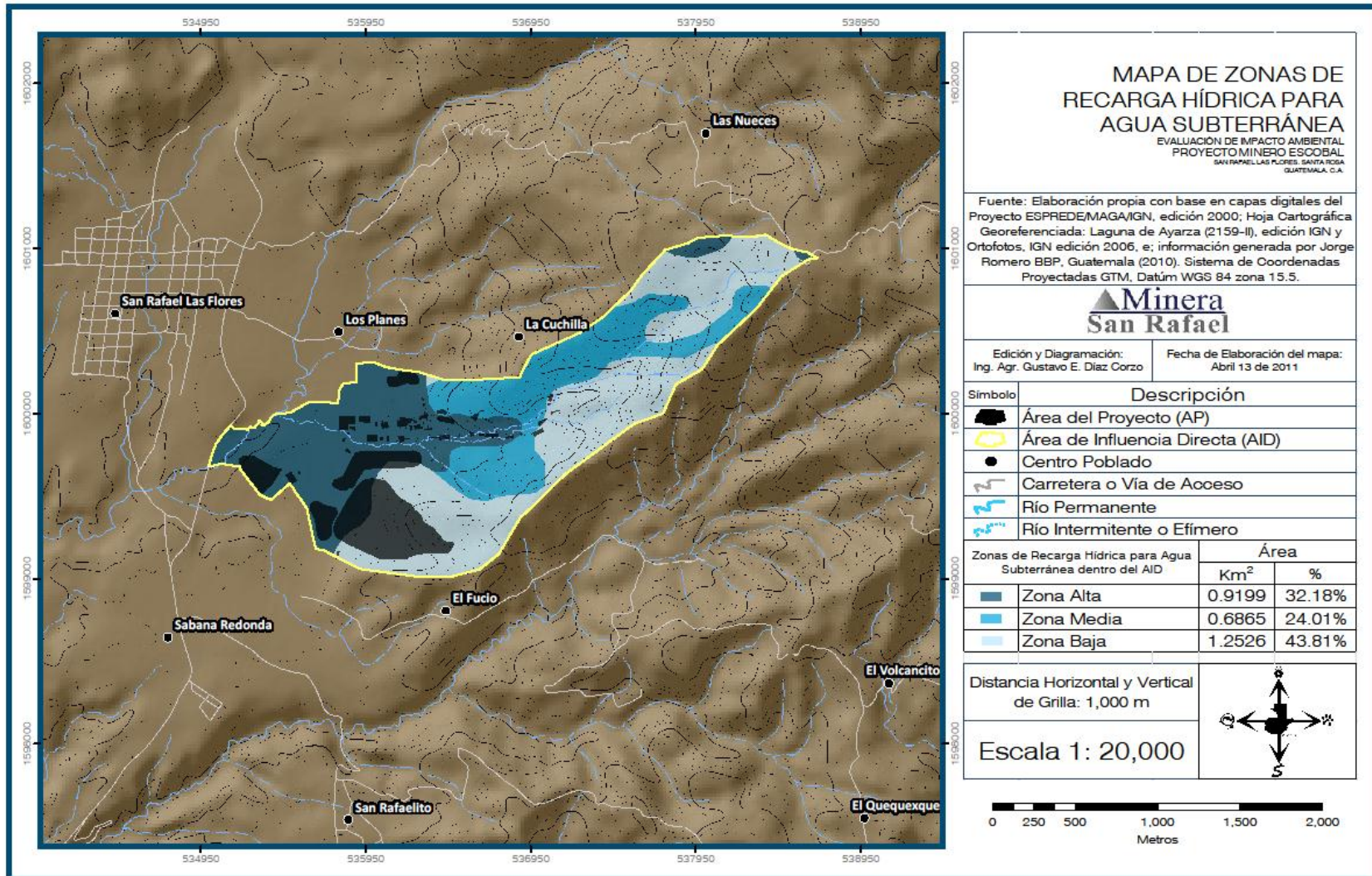
La zona de mejor recarga de acuerdo con el mapa de la Figura 8.37, tiene una superficie de 1,562.73 hectáreas, la cual al aplicarle los 269 mm de recarga según el balance hídrico, da una recarga anual de 4.203,743.70 m³, lo que equivale a 2,143.90 gpm de recarga para el área de licencia a solicitar "El Escobal".

De esta manera, si aplica la recarga de 269 mm al área de la Quebrada Escobal (193.45 hectáreas), da un aporte de recarga de 265.40 gpm. Minera San Rafael estima la utilización de 28 gpm para sus actividades, por lo que esta cantidad puede ser cubierta fácilmente solo por la recarga existente.

Esto no significa que la producción de agua en los túneles sea equivalente a la recarga de la quebrada Escobal, puede ser menor o mayor, puesto que seguramente se penetrará el acuífero profundo. El caudal que provendrá del acuífero profundo, se ha estimado en 255 gpm.

Deberá de prestarse atención a la producción de agua en los túneles desde que se inicien los trabajos de excavación de los túneles, ya que es un dato que no se conoce con certeza, y la producción de agua que estos generarán puede dar inconvenientes de llenura en los túneles y tendrá que diseñarse un sistema de achique del agua a media que se avance en la construcción de los mismos.

Figura 8.37 Ubicación y caracterización de las zonas de recarga



8.5.1.1 Uso del agua en el área de influencia del proyecto

En el área de influencia directa e indirecta del proyecto se realizó una investigación de los posibles usos de las fuentes de agua, concluyéndose que: Primero, que la microcuenca El Escobal por ser una quebrada intermitente solo conduce agua en la época de lluvias, y Segundo, los nacimientos existentes, los que se ubican en la Figura 8.38 que fueron identificados en la época de lluvias del año 2010 (año muy húmedo), no son utilizados por ninguna comunidad, por lo que no habrá afectados.

Precisamente, por la falta de caudal en la quebrada El Escobal durante la época seca y el comparativo bajo caudales en la parte alta de la microcuenca en la época de lluvias, se perforarán dos pozos para contar con agua para las actividades del proyecto.

8.5.2 Calidad del agua

Para la determinación de calidad del agua en el área de influencia del proyecto (micro cuencas dentro del área de la licencia Oasis, incluyendo la de la quebrada El Escobal), se han venido tomando muestras rutinariamente en 7 puntos superficiales y en 1 subterráneo; el Cuadro 8.18 muestra las coordenadas de cada sitio. Estos muestreos se han venido realizando trimestralmente desde junio del 2008 hasta la fecha; en otros sitios se han tomado muestras de agua pero no de forma periódica o desde el 2008. La Figura 8.39 muestra la ubicación de los puntos de toma de muestras de agua superficial y subterránea.

A las muestras de agua se les determina in situ y en el laboratorio 97 parámetros físicos y químicos, incluyendo todos los metales totales y disueltos. En el Anexo 14 se adjunta la carta de CTA que recolectó y realizó los análisis de calidad del agua, pero también del aire y presión sonora, así como la acreditación y certificación del laboratorio. En el Cuadro 8.18 se indican los puntos de muestreo en el área del proyecto.

Figura 8.38 Ubicación de manantiales en la microcuenca de la quebrada El Escobal

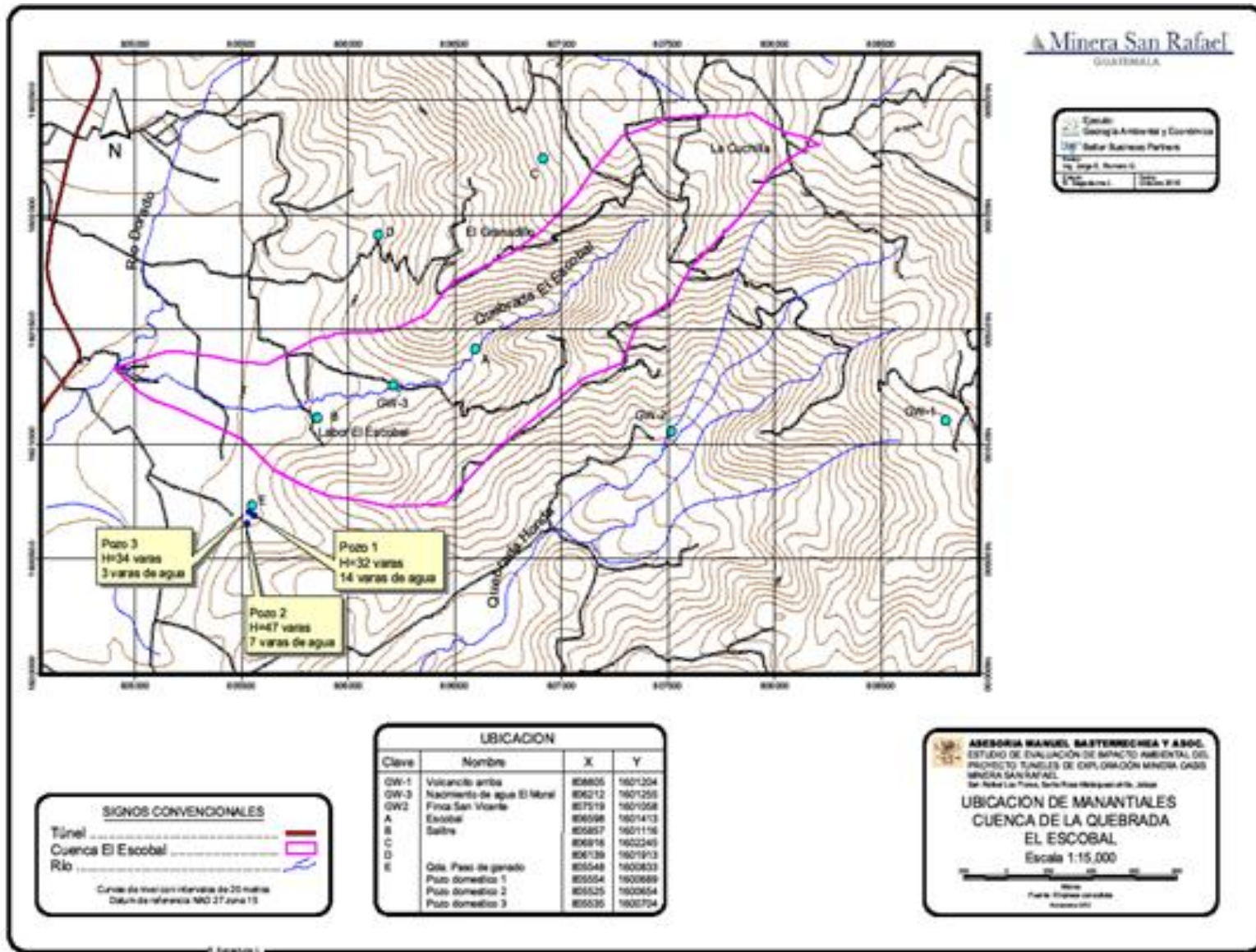
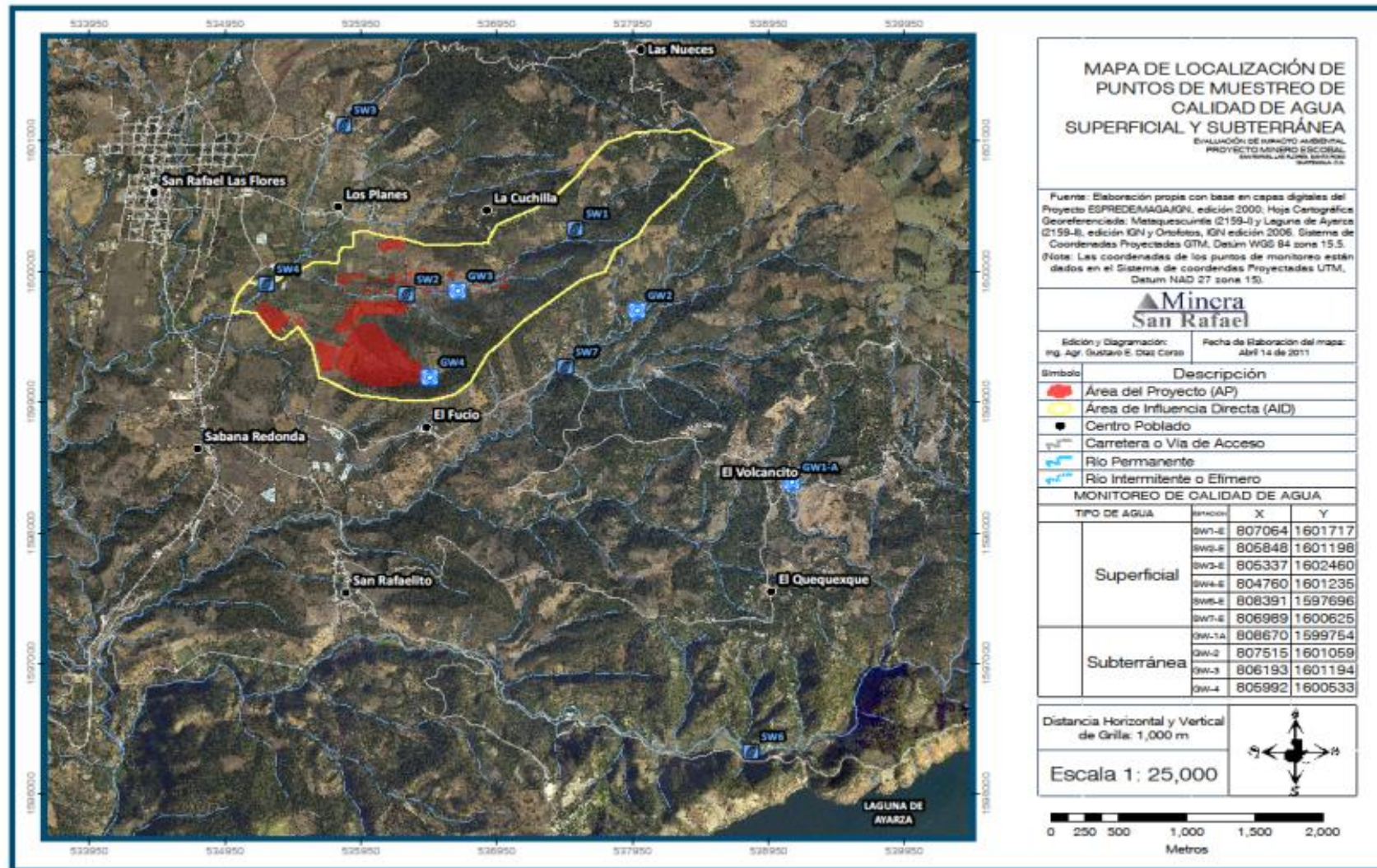


Figura 8.39 Ubicación de los puntos de toma de muestras de calidad del agua superficial y subterránea



Cuadro 8.18 Coordenadas Geográficas de los puntos de muestreo de aguas

Sitio	Coordenadas UTM
SW1-E: Quebrada El Escobal, aguas arriba	E 807053, N 1601682
SW2-E: Quebrada El Escobal, aguas abajo	E 805811, N 1601164
SW3-E: Río El Dorado, aguas arriba	E 805337, N 1602453
SW4-E: Río El Dorado, aguas abajo	E 804781, N 1601228
SW5-E: Río Tapalapa, aguas arriba	E 810882, N 1603313
SW6-E: Río Los Vados, aguas abajo	E 808391, N 1597689
SW7-E: Quebrada La Honda, aguas abajo	E 806989, N 1600618
GW1-E: Nacimiento de agua permanente, aldea El Volcancito	E 808824, N 1601105
GW2-E: Nacimiento de agua permanente, aldea El Fucío (Don Chente Vega)	E 807515, N 1601059
GW3-E: Nacimiento de agua permanente, El Mora Z – C	E 806193, N 1601194

De los 97 parámetros medidos trimestralmente desde el 2008 se seleccionaron 25 que a criterio del especialista eran relevantes al tipo de proyecto, a los cuales se les hizo el análisis estadístico, parámetros que se indican en el Cuadro 8.19 y cuyos resultados se describen más adelante.

Cuadro 8.19 Variables de Calidad del Agua que fueron analizadas; a excepción del pH, todas están expresadas en mg/L)

pH de laboratorio	Cadmio Total	Níquel Disuelto
Cianuro WAD	Cobre Disuelto	Níquel Total
Cianuro Total	Cobre Total	Plata Disuelta
SST (TSS)	Cromo Disuelto	Plata Total
Grasas y Aceites	Cromo Total	Plomo Disuelto
DQO	Hierro Total	Plomo Total
Arsénico Disuelto	Mercurio Disuelto	Zinc Disuelto
Arsénico Total	Mercurio Total	Zinc Total
Cadmio Disuelto		

El procedimiento estadístico empleado para analizar los datos de la variables de calidad del agua puede resumirse de la manera siguiente: Primero, elaboración de diagramas de caja, para observar como es la distribución de los datos obtenidos en función del año y del punto de muestreo; Segundo, realización del análisis de varianza, para determinar si hay diferencias significativas entre años y entre puntos de muestreo, mediante el siguiente modelo estadístico:

$$Y_i = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_i es el valor de **MP10** medido en el i-ésimo año en el j-ésimo punto

μ es el promedio de los valores de **PM10**

α_i es el efecto de i – ésimo año

β_j es el efecto de la j – ésimo punto de muestreo

$(\alpha\beta)_{ij}$ es la interacción entre los puntos de muestreo y los años.

ε_{ij} es la variación aleatoria

Y, Tercero, comparación dos a dos, de los promedios de los puntos de muestreo y de los años, aplicando el criterio de la Diferencia Honesta Significativa de Tukey.

Los resultados del análisis estadístico indican lo siguiente:

Lo primero que se encontró es que la concentración de Mercurio total, Mercurio disuelto, Plata total, Cobre disuelto y Cadmio disuelto no mostró variación alguna entre los puntos ni entre las fechas de la toma de muestras, (las concentraciones fueron de 0.0002, 0.0002, 0.00005, 0.01 y 0.0001 mg/l, respectivamente). Otro hallazgo es que la concentración de Cianuro WAD y Cianuro total es la misma en todos los casos.

Para el resto de variables se encontró lo siguiente:

pH: En promedio varía de 7.6 a 8.23, muestra diferencias significativas entre los puntos de muestreo y entre los años. El pH es mayor en el 2010 respecto al 2008 y en los puntos SW1-E y SW3-E, sin embargo hay que tomar en cuenta que en el 2010 solo se cuenta con un muestreo.

Cianuro Total: Ha disminuido su concentración de 0.05 a 0.03 mg/l del 2008 al 2010, no encontrándose diferencias significativas entre puntos de muestreo. Idéntica situación se encontró para la concentración de Cianuro WAD.

SST (TSS): El promedio varía de 5 a 60 mg/l, ésta alta variabilidad no permite asociarla a efectos de puntos de muestreo o de años.

Grasas y Aceites: El promedio oscila entre 2.02 y 2.12 mg/l, lo cual no muestra variación significativa a través de los años ni de los puntos de muestreo.

DQO: El promedio varía de 10 a 30 mg/l, en el 2010 se observan los valores más bajos, aunque por la alta variabilidad que hay en algunos puntos de muestreo, no puede decirse que haya significancia en las diferencias.

Arsénico disuelto: El promedio ha variado de 0.000514 a 0.0083 mg/l, mostrando diferencias significativas tanto entre puntos de muestreo como entre años. Los puntos SW3-E y SW4-E son los que muestran los mayores promedios, así como el año 2010.

Arsénico Total: La variación más evidente en los promedios se encuentra entre puntos de muestreo, con valores que van de 0.0014 a 0.0085 mg/l. Entre años las variaciones no son significativas.

Cadmio Total: A excepción de tres datos de mayor concentración encontrados en el 2008, esta ha sido constante en valores de 0.0001 mg/l.

Cobre Total: A no ser por dos datos del año 2009, esta concentración no varía de 0.01 mg/l.

Cromo Disuelto: A excepción de un dato de 2009 en la estación SW2-E (0.2), la concentración de Cromo disuelto sería constante con un promedio de 0.1 mg/l.

Cromo Total: La concentración promedio ha sido de 0.01 mg/l a excepción de algunos datos de 2009 que subió a 0.02 mg/l, sin causar diferencias significativas.

Hierro Total: La tendencia a disminuir significativamente a través de los tres años no se percibe por un dato con magnitud grande ocurrido en el 2009 en la estación SW4-E. Los promedios van de 1.678 mg/l en el 2008 a 0.3825 en el 2010.

Níquel Disuelto: El promedio general es de 0.01 mg/l, sin variaciones significativas entre los puntos de muestreo ni entre los años.

Níquel Total: En 2008 y 2010 mantiene su concentración en 0.01 mg/l, mientras que en 2009 se observan incrementos hasta 0.06 mg/l, aunque en ningún caso las diferencias son significativas.

Plata Disuelta: El promedio de concentración de plata disuelta es de 0.00005 con rango hasta 0.001 mg/l, pero que no causa variaciones importantes entre puntos de muestreo ni entre años.

Plomo Disuelto: No muestra variación significativa entre puntos de muestro ni a través de los años, su concentración varía de 0.0001 a 0.006 mg/l.

Plomo Total: Con concentraciones que varían de 0.0001 a 0.0045 mg/l, solo se percibe cierta variación importante entre años, en la cual en el 2010 se encuentran las menores concentraciones y con menor variabilidad.

Zinc Disuelto: La concentración media oscila entre 0.01 y 0.26 mg/l, sin que se encuentren diferencias significativas entre puntos ni muestreo ni entre años.

Zinc Total: La variabilidad observada es provocada principalmente por los datos de 2009, los promedios de concentración van de 0.015 a 0.332 mg/l, pero sin diferencias significativas entre puntos de muestreo ni entre años.

Zinc Total: La variabilidad observada es provocada principalmente por los datos de 2009, los promedios de concentración van de 0.015 a 0.332 mg/l, pero sin diferencias significativas entre puntos de muestreo ni entre años.

Para facilitar la interpretación y presentación de los resultados de los análisis químicos del agua se utilizó los diagramas de Piper, los cuales proporcionan información sobre el origen, la composición mineral de los terrenos donde pasa o la existencia de estructuras geológicas que controlan su distribución. El diagrama de Piper permite representar en una sola grafica la composición cuantitativa de cationes y aniones presentes.

El diagrama de Piper obtenida para el Proyecto El Escobal se presenta en la Figura 8.40, Incluye 55 análisis químicos. De acuerdo a la posición de los puntos se puede clasificar el tipo de agua y su origen probable (Figura 8.41).

- La mayoría de muestras se encuentra en el área de aguas bicarbonatadas cálcicas, característica de aguas meteóricas. Hay 5 sitios de muestreo que tienen aguas en esta categoría;

- El área de aguas sulfatadas y/o cloruradas cálcicas, contiene otro grupo numeroso de muestras y se encuentra en 4 sitios de muestreo, se consideran aguas mezcladas de origen meteórico/hidrotermal;
- Los análisis del sitio GW1 se encuentran definidas en el campo de aguas bicarbonatadas sódicas, típicas de aguas meteóricas enriquecidas con gas;
- En el área 3, de aguas cloruradas y/o sulfatadas sódicas, hay unos pocos valores no consistentes en los sitios SW6 y SW1 que pueden corresponder a aguas hidrotermales.

En el Cuadro 8.20 se resume la clasificación de aguas para el proyecto. En los alrededores de El Escobal el tipo dominante es de aguas bicarbonatadas cálcicas, aunque hay 2 localidades con aguas sulfatadas y/o cloruradas cálcicas.

Figura 8.40 Diagrama de Piper para la clasificación de agua del Proyecto

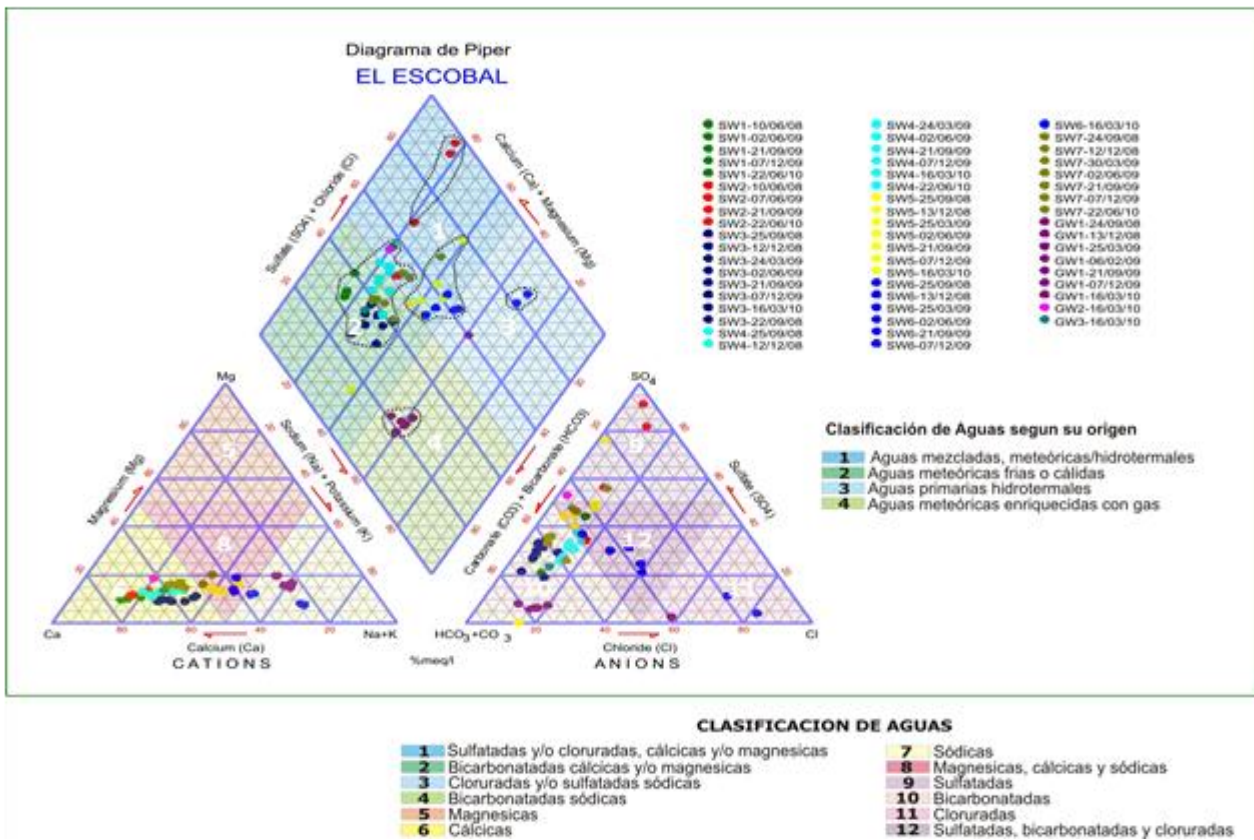


Figura 8.41 Distribución de tipos de agua. Verde oscuro: Tipo 2; Azul: Tipo 1; Verde claro: Tipo 4; ver descripción en cuadro 8.20



Cuadro 8.20 Clasificación de las aguas de la quebrada El Escobal y en sus vecindades

Sitio	ID	Sitios de muestreo	Zona Diag. Piper	Clasificación de agua	
				Piper	Según su origen
1	SW1	Quebrada El Escobal, aguas arriba	2	Bicarbonatadas cálcicas	Aguas meteóricas frías o cálidas
2	SW2	Quebrada El Escobal, aguas abajo	1	Sulfatadas y/o cloruradas, cálcicas y/o magnésicas	Aguas mezcladas, meteóricas e hidrotermales
3	SW3	Río El Dorado, aguas arriba	2	Bicarbonatadas cálcicas	Aguas meteóricas frías o cálidas
4	SW4	Río El Dorado, aguas abajo	2	Bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas	Aguas meteóricas frías o cálidas
5	SW5	Río Tapalapa, aguas arriba	1	Sulfatadas y/o cloruradas, cálcicas y/o magnésicas	Aguas mezcladas, meteóricas e hidrotermales
6	SW6	Río Los Vados, aguas abajo	1	Sulfatadas y/o cloruradas, cálcicas y/o magnésicas	Aguas mezcladas, meteóricas e hidrotermales
7	SW7	Quebrada La Honda, aguas abajo	2	Bicarbonatadas cálcicas	Aguas meteóricas frías o cálidas
8	GW1	Nacimiento de agua, Aldea El Volcancito	4	Bicarbonatadas sódicas	Aguas meteóricas enriquecidas con gas
9	GW2	Nacimiento de agua, Aldea El Fucío	1	Sulfatadas y/o cloruradas, cálcicas y/o magnésicas	Aguas mezcladas, meteóricas e hidrotermales
10	GW3	Nacimiento de agua, El Moral	2	Bicarbonatadas cálcicas	Aguas meteóricas frías o cálidas

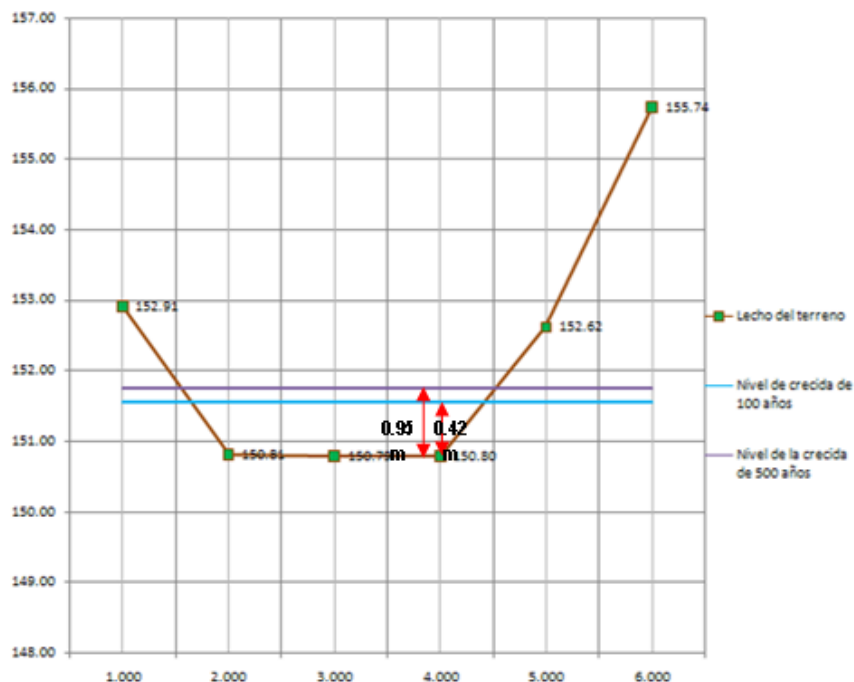
8.5.3 Caudales (máximos, mínimos y promedio)

Los caudales máximos de crecidas para la desembocadura de la quebrada Escobal al río El Dorado para periodos de retorno grandes (100 y 500 años) se estimaron en 15.22 y 22.53 m³/segundo, respectivamente y no alcanzan a desbordar el cauce natural de la quebrada (ver Figura 8.42). La cota para el periodo de retorno de 100 años no supera el medio metro de altura, de hecho alcanza los 0.42 metros desde el punto más bajo y la cota para el período de retorno de 500 años, no alcanza tampoco a superar el metro (0.95 metros).

Los caudales mínimos para la Quebrada Escobal son 0 m³/segundo, ya que en la época sin lluvias, se seca.

El cuerpo de agua susceptible potencialmente de ser modificado por las actividades del proyecto es la corriente intermitente Quebrada Escobal, cuyos caudales medidos en época de lluvia fueron 0.08 y 0.15 m³/segundo para SW-1 y SW-2, respectivamente (26 Agosto del 2010) y de 0.01 m³/segundo para SW-2 (28 de Septiembre del 2010). En este último aforo se nota que ya ha empezado a declinar el aporte agua al cauce a medida que las lluvias han cesado en el área.

Figura 8.42 Cauce de la quebrada El Escobal y los niveles que alcanzaría las crecidas



8.5.4 Cotas de inundación

El departamento de Santa Rosa ha sido afectado por inundaciones debido al desbordamiento del río Los Esclavos, evento que afecta con frecuencia al municipio de Chiquimulilla. Según datos recopilados y reportes de CONRED, el Municipio de San Rafael Las Flores no ha sufrido inundaciones; sin embargo, conversaciones con representantes de la Oficina Municipal de Planificación (OMP) indicaron que, las altas precipitaciones han provocado el desbordamiento del río Los Vados, que ha causado inundaciones en las comunidades Media Cuesta, Cortinas, Palo Negro y Los Vados. Es importante mencionar que ninguno de estos poblados se encuentra dentro del área del Proyecto. El Cuadro 8.21 muestra los registros históricos sobre inundaciones en el departamento de Santa Rosa.

Los caudales máximos en la quebrada El Escobal difícilmente alteraran los caudales que se han medido y/o calculado del río Tapalapa. En el caso hipotético que material proveniente del área de intervención del proyecto se derramará involuntaria o por un descuido a la quebrada, en la época de lluvias aumentarían los sólidos en suspensión en la corriente y por consiguiente en los puntos SW2 y SW4 aumentaría la concentración de sólidos en suspensión y se detectaría en la toma de muestras que se hará como parte del programa de monitoreo.

Esto es remoto que ocurra, ya que los sitios de depósito estarán bien conformados y consolidados, como parte del diseño de las mismas y las tareas constructivas del proyecto, así como de las medidas de prevención y control. De hecho el pie de las plataformas y los taludes de relleno serán revegetados e incluso reforestados para evitar que material sea lavado, ya que será retenido por estas barreras vivas. Asimismo el depósito de colas será cubierto y recuperado conforme se vaya utilizando.

Cuadro 8.21 Registros Históricos de Inundaciones en el Departamento de Santa Rosa

Evento	Fecha
CONRED, por motivo de la Tormenta Tropical Adrián, declaró alerta roja poblacional durante 36 horas para los municipios de Chiquimulilla y Taxisco.	19 de mayo, 2005
Chiquimulilla, Santa Rosa: Habitantes de seis comunidades afectadas por el desbordamiento del río Los Esclavos.	1 de octubre, 2005
En Chiquimulilla, Santa Rosa, cinco comunidades fueron afectadas al salirse de su cauce el río Los Esclavos.	2 de octubre, 2005
En el departamento de Santa Rosa, colapsa el puente Puerta Roja dejando incomunicadas a 11 aldeas y el puente Los Esclavos se encuentra en riesgo.	7 de octubre, 2005
Inundaciones en el departamento de Santa Rosa, afectan plantaciones de café, maíz y frutas de exportación.	10 de octubre, 2005
Las comunidades Las Pozas, Chapetón y Las Lisas, en Chiquimulilla, fueron inundadas debido al desbordamiento del río Los Esclavos.	25 de agosto, 2007
En Chiquimulilla, el afluente Los Esclavos se unió con el cauce del río Margarita en la aldea Matamoros e inundó áreas como Viñas del Señor, Las Pozas, La Rubia, Entre Selvas y El Aguacate, y puso en riesgo a centenares de familias.	28 de agosto, 2007
Río Los Esclavos, incrementó su caudal debido a las persistentes lluvias, pero no se salió de su cauce.	14 de julio, 2008

Fuente: Everlife, 2008.

8.5.5 Corrientes, mareas y oleaje

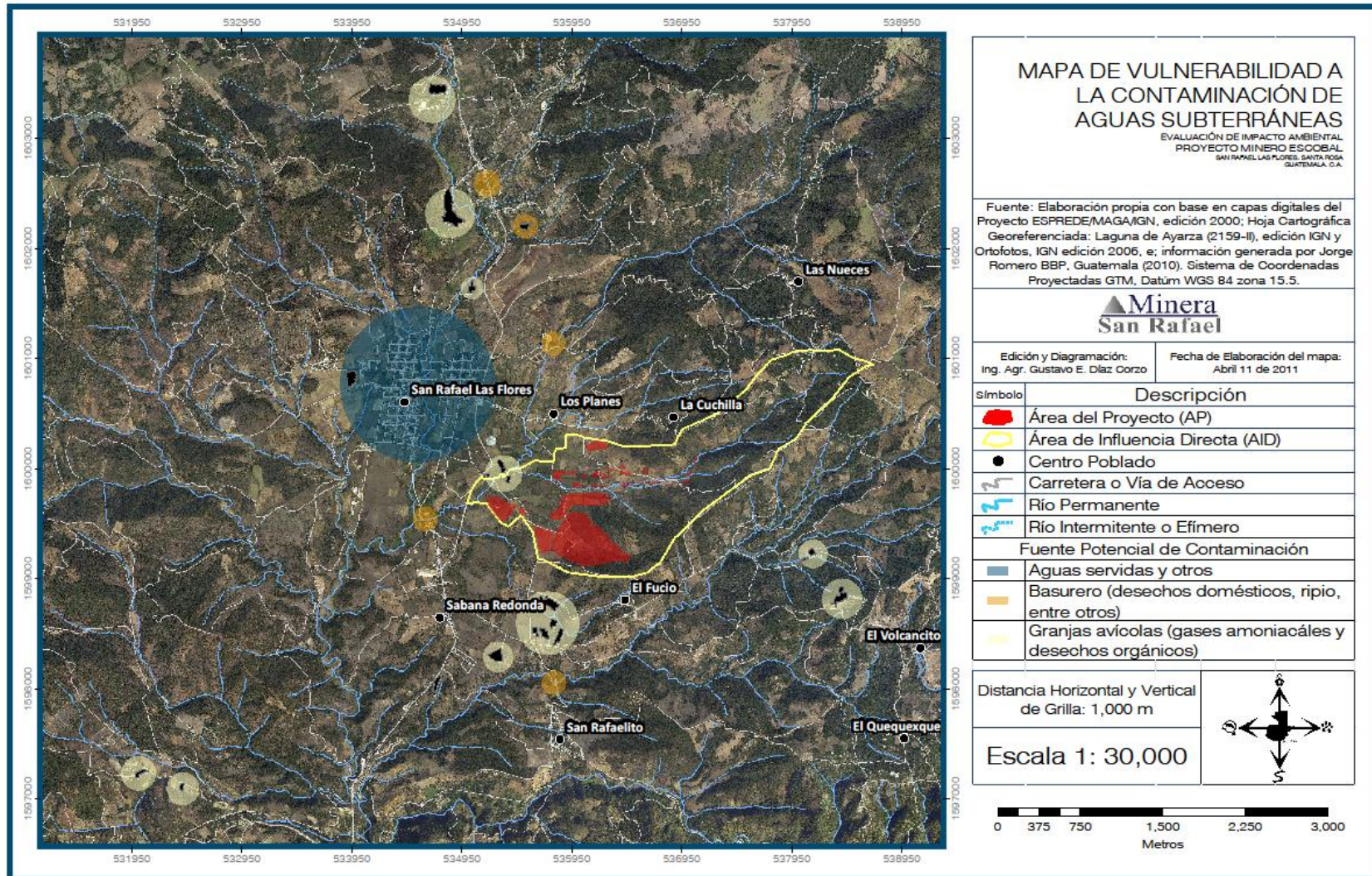
Por la ubicación geográfica del proyecto de exploración minera no es afectado por corrientes, mareas u oleaje.

8.5.6 Vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas

En el inciso 8.5.1 anterior se caracterizaron los acuíferos localizados en el área del proyecto, incluyendo su permeabilidad. Además, el régimen de infiltración de agua se caracterizó de mediano a bajo.

En la Figura 8.43 se muestran las fuentes de contaminación en el área de influencia del proyecto, donde existen descargas de aguas residuales sin tratamiento, desechos sólidos, residuos de agroquímicos utilizados en la agricultura. En la microcuenca de la quebrada Escobal, las fuentes de contaminación por agroquímicos a los acuíferos se han reducido desde hace seis meses, en los terrenos adquiridos por la empresa. Por lo que dada las características de permeabilidad de la roca, la reducción de las fuentes de contaminación, la susceptibilidad a la contaminación de las aguas subterráneas es baja.

Figura 8.43 Fuentes potenciales de contaminación en el área del proyecto



8.6 Calidad del Aire

Desde marzo de 2009 se viene monitoreando trimestralmente la calidad del aire en diferentes puntos en el área de influencia del proyecto, con el fin de medir la concentración de material particulado igual o menor a 10 micrómetros (PM_{10}). En el Cuadro 8.22 se indica la ubicación de las estaciones utilizadas para el muestreo con sus coordenadas geográficas, y en el Anexo 14 se adjuntan los resultados del monitoreo.

Cuadro 8.22 Puntos de muestreo de Calidad de Aire

Punto	Coordenadas UTM (m)		Descripción
	X	Y	
EA-1	806418	1601233	Casa de Núcleo.
EA-2	806396	1601558	La Cuchilla, casa de Paulino.
EA-3	807252	1601292	Aldea El Fucío.
EA-1A	805760	1601423	Aldea los Planes
EA-2A	806452	1601584	Aldea La Cuchilla

Los resultados de las mediciones de calidad del aire muestran que las concentraciones de PM_{10} en las tres estaciones monitoreadas se encuentran muy por debajo del límite establecido por la USEPA. Con estos resultados se puede indicar que los trabajos de exploración superficial realizados hasta el momento han sido de bajo impacto sobre la calidad de aire, en lo que a material particulado se refiere.

Para corroborar los resultados de la medición de calidad del aire se sometió los datos a un análisis estadístico, cuyos resultados se indican seguidamente.

A. Resultados del Análisis Estadístico de Datos de calidad de aire

Los siguientes resultados corresponden al análisis de los datos de PM_{10} que fueron tomados mensualmente de marzo de 2009 a mayo de 2010, en tres puntos: EA-1A, EA-2A y EA-3 del área del proyecto y se muestran en la figura 8.44.

Para observar como es la distribución de los datos obtenidos en función del año y del punto de muestreo, se presentan los diagramas de caja y alambres, para dar lugar al

análisis de varianza para determinar si hay diferencias significativas entre años y entre puntos de muestreo, el modelo estadístico utilizado es el siguiente:

$$Y_i = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_i es el valor de **PM10** medido en el i – ésimo año en el j – ésimo punto.

μ es el promedio de los valores de **PM10**

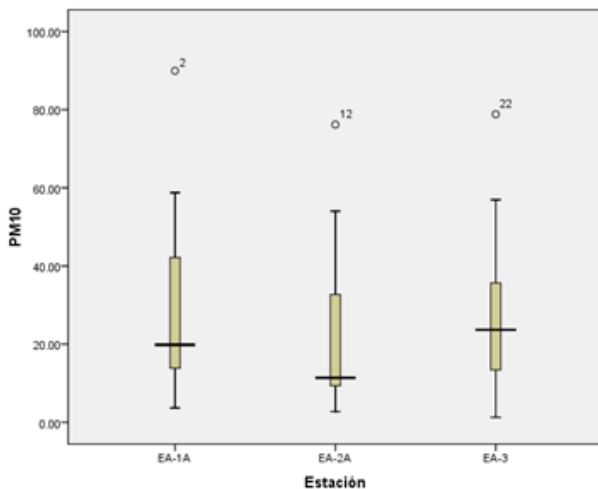
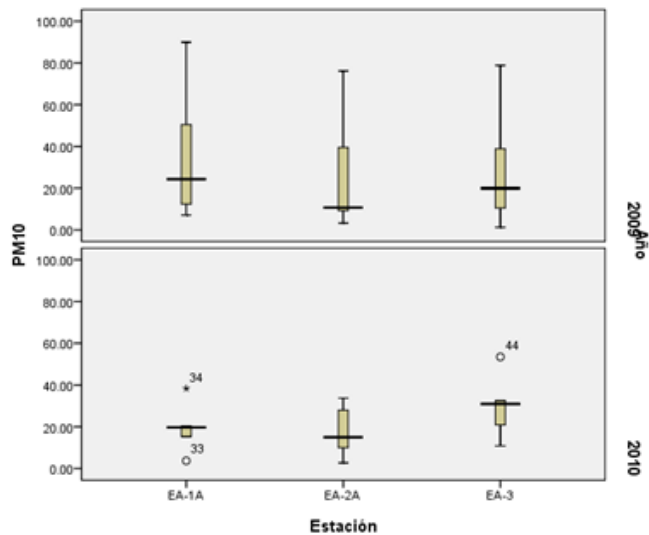
α_i es el efecto de i – ésimo año

β_j es el efecto de la j – ésimo punto de muestreo

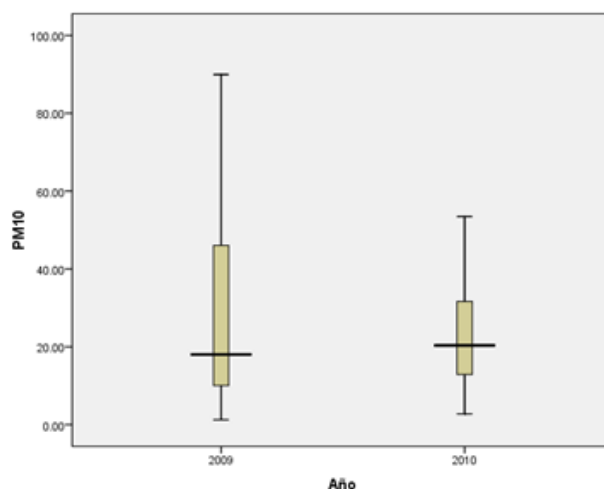
$(\alpha\beta)_{ij}$ es la interacción entre los puntos de muestreo y los años.

ε_{ij} es la variación aleatoria

Finalmente se procedió a realizar la comparación dos a dos, de los promedios de los puntos de muestreo aplicando el criterio de la Diferencia Honesta Significativa de Tukey.



Lo que resalta en esta gráfica es que en el año 2010 en las estaciones EA-1A y EA-3 hay valores muy altos en relación a los demás.



Análisis de Varianza para la variable PM₁₀

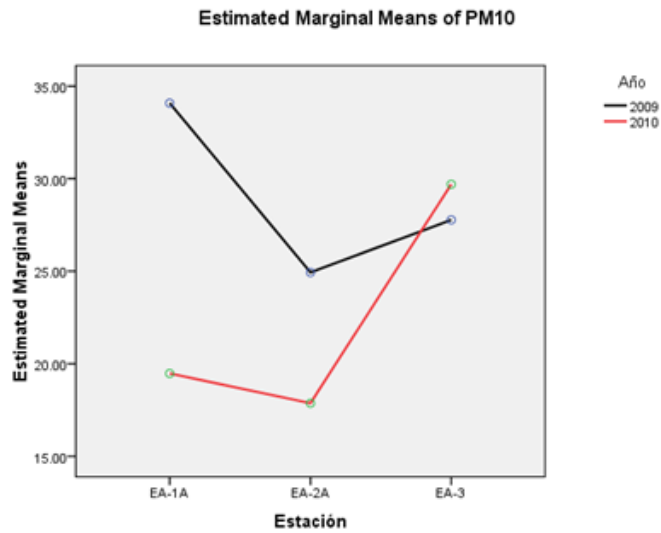
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Año	433.271	1	433.271	.859	.360
Estación	384.647	2	192.324	.381	.685
Año * Estación	456.626	2	228.313	.453	.639
Error	19669.244	39	504.340		
Corrected Total	20952.719	44			

a. R Squared = .061 (Adjusted R Squared = -.059)

En este análisis se determina que no hay diferencia significativa en el promedio de PM₁₀ entre 2009 y 2010 ni entre los puntos de muestreo.

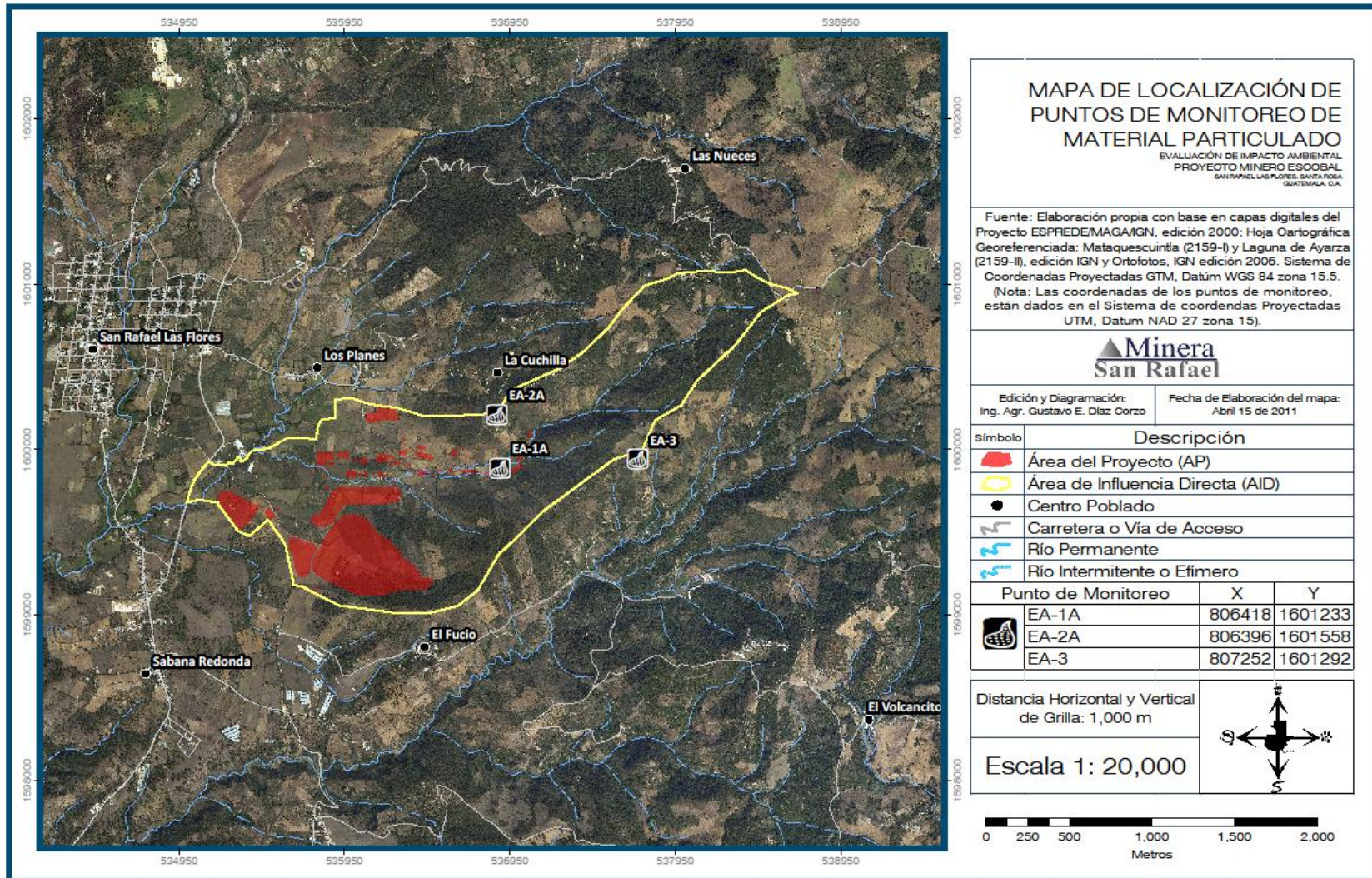
Intervalos de confianza para cada punto de muestreo en cada año.

Año	Estación	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
2009	EA-1A	34.082	7.102	19.717	48.447
	EA-2A	24.934	7.102	10.569	39.299
	EA-3	27.773	7.102	13.408	42.138
2010	EA-1A	19.476	10.043	-.838	39.790
	EA-2A	17.868	10.043	-2.446	38.182
	EA-3	29.698	10.043	9.384	50.012



Aunque se observa que en el 2010 en las estaciones EA-1A y EA-2A ha disminuido el promedio de PM_{10} , la alta variabilidad encontrada no permite afirmar que estas diferencias sean significativas.

Figura 8.44 Puntos de medición de material particulado



8.6.1 Ruido y vibraciones

Se inició con los monitoreos de presión sonora de forma mensual desde marzo 2009 a la fecha, midiendo los parámetros Lmax, Lmin y Leq en los puntos identificados como ER-1, ER-2 y ER-3. ER-1 se ubica en la aldea Los Planes (Coordenadas UTM: X 805760 m, Y 1601423 m), ER-2 en la aldea La Cuchilla (Coordenadas UTM: X 806452 m, 1601584 m.), y ER-3 en la aldea El Fucío (Coordenadas UTM: X 807252 m, Y 1601292 m), comunidades más cercanas al proyecto.

Para observar como es la distribución de los datos de niveles sonoros obtenidos en función del año y del punto de muestreo, como se realizó para los datos de calidad del aire y agua, se presentan los diagramas de caja y alambres, para dar lugar al análisis de varianza para determinar si hay diferencias significativas entre años y entre puntos de muestreo, el modelo estadístico utilizado es el siguiente:

$$Y_i = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

*Y_i es el valor de **Leq** medido en el i – ésimo año en el j – ésimo punto.*

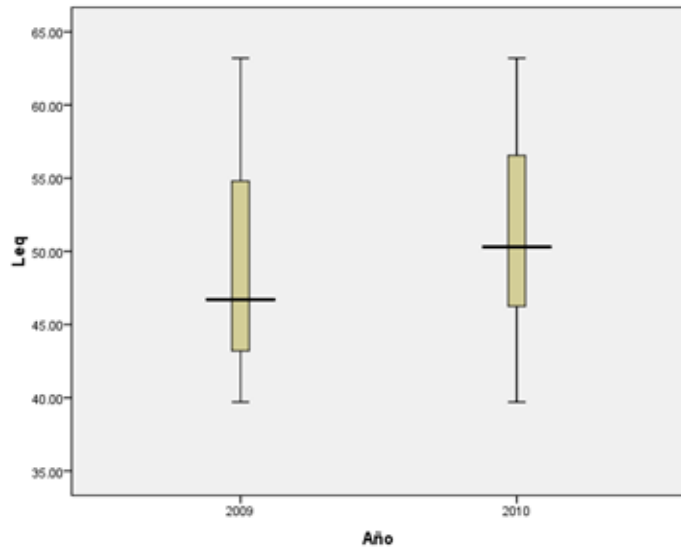
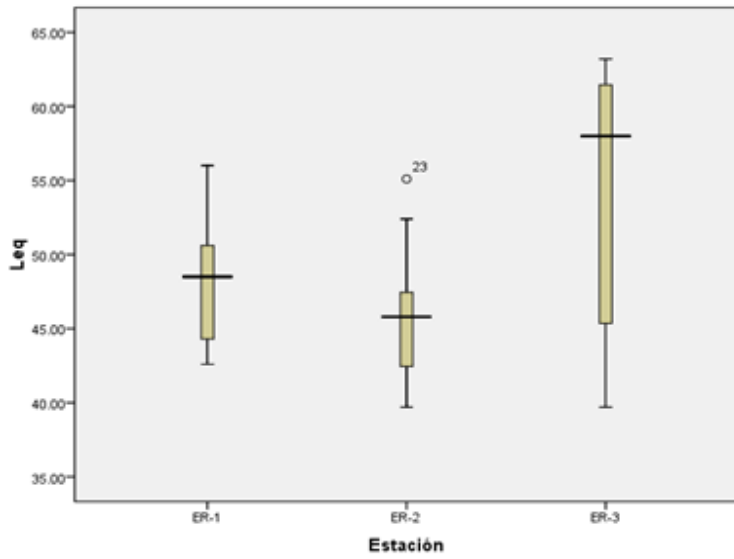
*μ es el promedio de los valores de **Leq***

α_i es el efecto de i – ésimo año

β_j es el efecto de la j – ésimo punto de muestreo

Finalmente se procedió a realizar la comparación dos a dos, de los promedios de los puntos de muestreo aplicando el criterio de la Diferencia Honesta Significativa de Tukey.

En las gráficas siguientes, lo que resalta es que en el año 2009 en la estación ER-2 (La Cuchilla), hay un dato muy elevado en relación a los demás y en el año 2010 en la estación ER-3 (El Fucío) hay otro muy por debajo del resto.



Análisis de Varianza para la variable Leq

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Año	62.001	1	62.001	1.600	.213
Estación	574.958	2	287.479	7.417	.002
Año * Estación	14.123	2	7.061	.182	.834
Error	1511.607	39	38.759		
Corrected Total	2171.628	44			

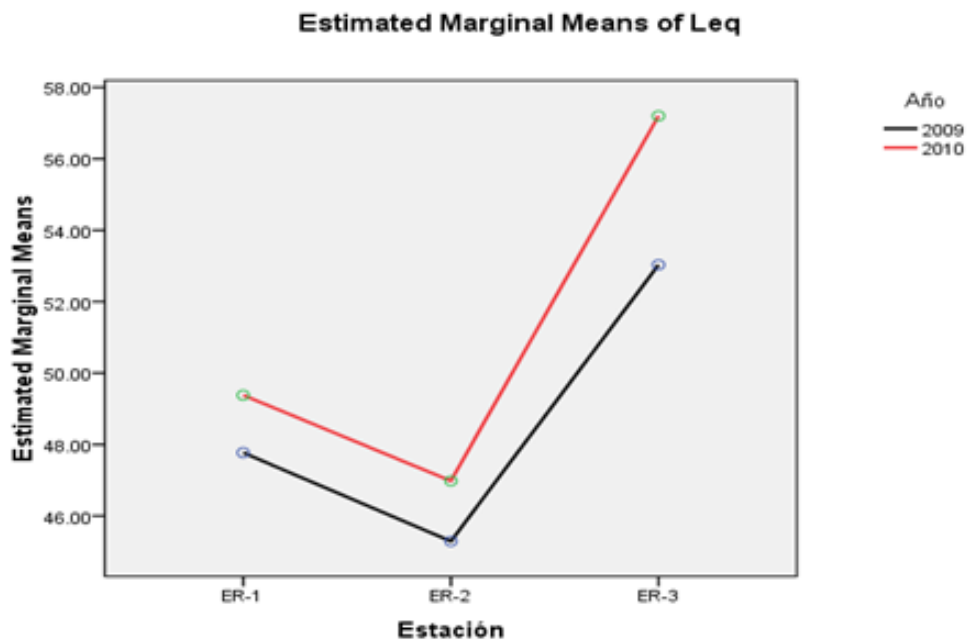
a. R Squared = .304 (Adjusted R Squared = .215).

El análisis de varianza determina que no hay diferencia significativa en el promedio de Leq entre 2009 y 2010, mientras que entre los puntos de muestreo si la hay. En este sentido, se encuentra que en el punto ER-3 (El Fucío) hay significativamente mayor promedio de Leq que en los puntos ER-1 y ER-2, (los cuales no tienen diferencia significativa en el promedio). Estimaciones para los años.

Año	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
2009	48.697	1.137	46.398	50.996
2010	51.187	1.607	47.935	54.438

Comparación entre los puntos de muestreo (HDS de Tukey)

Estación	N	Subset	
		1	2
ER-2	15	45.8533	
ER-1	15	48.3067	
ER-3	15		54.4200
Sig.		.532	1.000



En la gráfica anterior se nota como a través de los años no ha habido variación significativa y como la estación ER-3 (El Fucío), si muestra valores significativamente mayores a las estaciones ER-1 y ER-2.

Las mediciones realizadas de los niveles de sonido a la fecha, línea base, permitirán mostrar los cambios por efecto de las actividades del proyecto, y compararlos a la norma de la OMS.

Del 12 al 15 de octubre del 2010 se realizó un estudio de referencia de cuatro períodos de vibraciones percibidas de una hora de duración cada uno en 8 sitios, ubicados cercanos a igual número de comunidades del área de influencia del proyecto, cuyos puntos de referencia se indican en el cuadro 8.23. Los datos fueron registrados en pulgadas/segundo (velocidad) y en Hz (frecuencia).

Cuadro 8.23 Ubicación de los sitios de registro de vibraciones

Sitio	Comunidad cercana	Coordenadas UTM	
		E	N
I	San Rafael Las Flores	804600	1601436
II	Los Planes	805330	1601841
III	La Cuchilla	806457	1601669
IV	Las Nueces	807298	1602387
V	El Volcancito	807901	1600238
VI	El Fucío	806567	1600239
VII	Los Ángeles	805122	1599754
VIII	Sabana Redonda	804347	1600046

En el Cuadro 8.24 se muestran los valores registrados. Debido a la variabilidad inherente de los datos se calculó la mediana de los valores de velocidad-frecuencia, aceleración y sus respectivas desviaciones estándar. Los resultados indican que las velocidades (mm/segundo) no muestran, como era de esperar, ningún nivel alarmante ni amenazante para ninguna estructura constructiva, aun comparándolos con aceleraciones esperadas por movimiento de tráfico pesado. La aceleración mínima necesaria para ejercer un daño estructural a una vivienda de pobre conformación estructural es de 0.2 g, por lo que los valores registrados no resultan preocupantes para ninguna obra civil.

Cuadro 8.24 Línea Base de Vibraciones

Sitio	Medianas de Velocidad y Desviación Estándar									Promedios Aceleración y Desviación Estándar						
	Vertical				Horizontal				Valor pico		Vertical		Horizontal		Valor pico	
	Vel (mm/s)	+/-	Freq (Hz)	+/-	Vel (mm/s)	+/-	Freq (Hz)	+/-	Vel (mm/s)	+/-	g	+/-	g	+/-	g	+/-
General	0.203	0.22	15.000	2.84	0.127	0.10	9.600	2.10	0.243	0.23	0.051	0.05	0.019	0.02	0.051	0.05
I	0.521	0.28	13.800	1.27	0.165	0.10	10.400	1.35	0.550	0.28	0.130	0.06	0.026	0.02	0.115	0.06
II	0.146	0.06	15.750	2.38	0.133	0.05	9.400	1.33	0.220	0.05	0.039	0.01	0.020	0.01	0.044	0.01
III	0.165	0.06	16.550	2.36	0.102	0.06	9.600	2.50	0.216	0.07	0.050	0.02	0.015	0.02	0.045	0.02
IV	0.222	0.22	12.250	2.95	0.140	0.22	10.400	1.06	0.252	0.29	0.053	0.04	0.023	0.04	0.052	0.05
V	0.229	0.20	16.000	3.26	0.127	0.07	9.300	0.98	0.241	0.21	0.062	0.06	0.018	0.01	0.053	0.04
VI	0.222	0.20	15.750	3.92	0.133	0.09	8.400	3.71	0.257	0.21	0.053	0.06	0.018	0.02	0.056	0.05
VII	0.432	0.31	13.400	1.22	0.114	0.09	9.400	1.75	0.447	0.32	0.105	0.07	0.020	0.02	0.093	0.07
VIII	0.216	0.09	15.000	2.62	0.102	0.02	11.600	2.24	0.239	0.09	0.041	0.02	0.018	0.01	0.045	0.02

8.6.2 Olores

Los olores que se perciben dentro del área del Proyecto son característicos del entorno natural del área rural.

Existen algunas especies de árboles y plantas que pueden despedir olores o fragancias características, especialmente en época de floración o de fructificación de ciertas especies vegetales. Estas condiciones se pueden presentar en especies con mayor cantidad de aceites esenciales, algunas de las especies y familias representativas del área son: Huelo de Noche (*Solanum* sp.), Siete Negritos (*Lantana* sp.) y Piñón (*Ricinus* sp.)

8.6.3 Fuentes de radiación

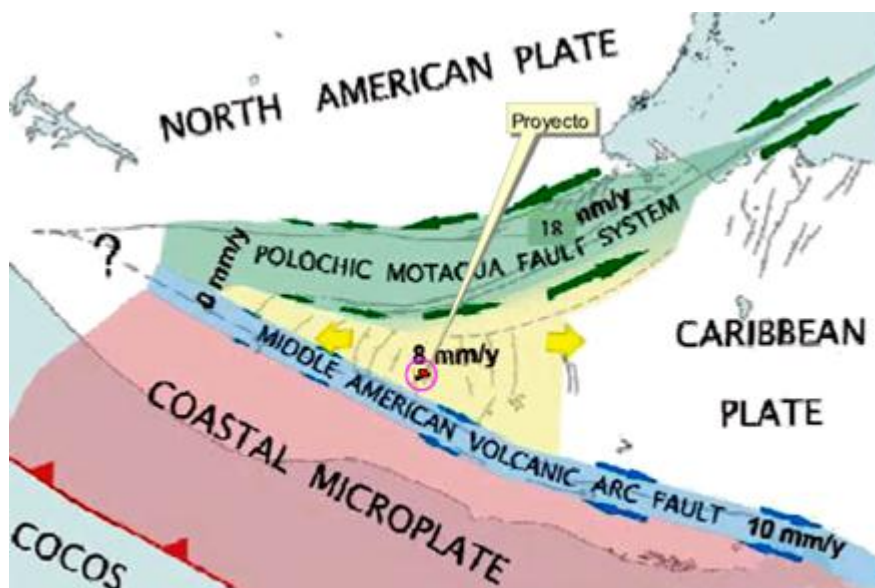
En el área no existen fuentes de ningún tipo de radiación, y no se tienen registros de este tipo de fuentes en la zona.

8.7 Amenazas Naturales

8.7.1 Amenaza sísmica

El proyecto minero se encuentra sobre la placa tectónica del Caribe en el bloque denominado Chortís; sin embargo, hay aproximadamente 15 km de distancia con respecto al punto de intersección de la Placa Norte América y la Placa del Caribe. Las fuentes sísmicas más cercanas al proyecto son los sistemas activos de la falla del Motagua-Polochic (18 mm/año) y la Cadena Volcánica del Pacífico (10 mm/año) y principalmente la zona de graben activa que tiene una tasa de movimiento de apertura de 8 mm/año (Helen Lyon-Caen et al, 2010; ver Figura 8.45).

Figura 8.45 Modelo tectónico para Guatemala, donde se muestra la tasa de movimiento relativo para las zonas sísmogénicas de Guatemala en la cual se encuentra el proyecto de los túneles de exploración.



Fuente: Tomado de Helen Lyon-Caen et al, 2010.

El Proyecto se localiza muy cercano a varias fallas de edad terciario, que están asociadas a la caldera de Santa Rosa de Lima; y que se insinúan pueden ser del tipo normal. No existen registros en tiempos históricos de actividad sísmica asociada a estas fallas.

8.7.1.1 Sismicidad Histórica

Históricamente los sismos de esta zona han estado asociados a la cadena volcánica, posiblemente al fallamiento secundario de Jalpatagua y ocasionalmente a la zona sísmica Motagua-Polochic. La falla de Jalpatagua se activó entre 1979 a 1980⁴, ocasionando varios temblores durante ese periodo. El ejemplo más reciente fue el sismo del 2 de enero de 2004, el cual tuvo una intensidad de 4.7 en la escala de Richter, con epicentro situado a una distancia de 20.08 Km. del área de influencia directa del proyecto.

Los sismos más intensos registrados, cuyos epicentros se sitúan dentro de un radio de 21 Km. a partir del centro del Proyecto minero, corresponden a una intensidad de 5 en la escala de Richter, teniendo lugar dentro de la zona sísmica Polochic-Motagua y en la cadena volcánica, el 28 de noviembre de 1973 y el 9 de octubre de 1979, respectivamente. Los eventos sísmicos se dan de forma cíclica y ocurren cada 30, 50 y 150 años. En el caso de la Falla del Motagua, esta tiene un ciclo de 150 años y la de Jalpatagua ocurre cada 30 a 40 años⁵.

El Cuadro 8.25 presenta datos históricos de sismos registrados por USGS (U.S. Geological Survey), en un radio de 21 Km a partir del centro del Proyecto minero. Como puede apreciarse en el cuadro, los sismos de mayor magnitud fueron los que tuvieron lugar el 28 de noviembre de 1973 y el 9 de octubre de 1979, cuyos epicentros se localizaron a 17.82 y 17.08 km del Proyecto respectivamente. El sismo más cercano del que se tiene registro, es el ocurrido el 23 de noviembre de 1971, cuyo epicentro fue a 5.42 Km del AP.

⁴ Benavente, C. 2008. Activas 4 falla geológicas en el país. Consultado en línea el 13 de enero de 2008. Disponible en: <http://www.elperiodico.com.gt/es/20080113/pais/47447/>

⁵ Entrevista a Eddy Sánchez, director el INSIVUMEH, realizada por El Periódico, domingo 13 de enero de 2008.

Cuadro 8.25 Registros Históricos de eventos Sísmicos en un radio de 21 Km del Proyecto

No.	Fecha	Intensidad	Profundidad (Km.)	Distancia Respecto al AID (Km)	Coordenada UTM (WGS 84, Zona 15)		Zona sísmica
					X	Y	
1	23/11/1971	4.6	190	5.42	805541	1594281	Cadena volcánica
2	09/12/1976	4.7	199	13.14	802010	1588798	
3	11/02/1990	4.8	33	16	798430	1587311	
4	20/12/1979	4.6	238	15.78	802051	1585394	
5	28/07/1965	4.3	220	16.14	791027	1604857	
6	24/04/1970	4.2	197	18.22	789304	1598417	
7	20/07/1980	4.7	193.6	16.56	792979	1591848	
8	09/10/1979	5	33	17.08	816456	1584752	
9	21/04/1998	4.3	217.7	17.04	733944	1558019	
10	17/10/2007	4.6	255.6	20.28	821831	1586667	
11	07/10/2003	4.3	200	20.53	825212	1603324	
12	02/01/2004	4.7	234.5	20.08	825381	1590405	
13	28/11/1973	5	230	17.82	823606	1588536	Polochic-Motagua

Fuente: U.S. Geological Survey Earthquake Hazards Program (USGS), 2008.

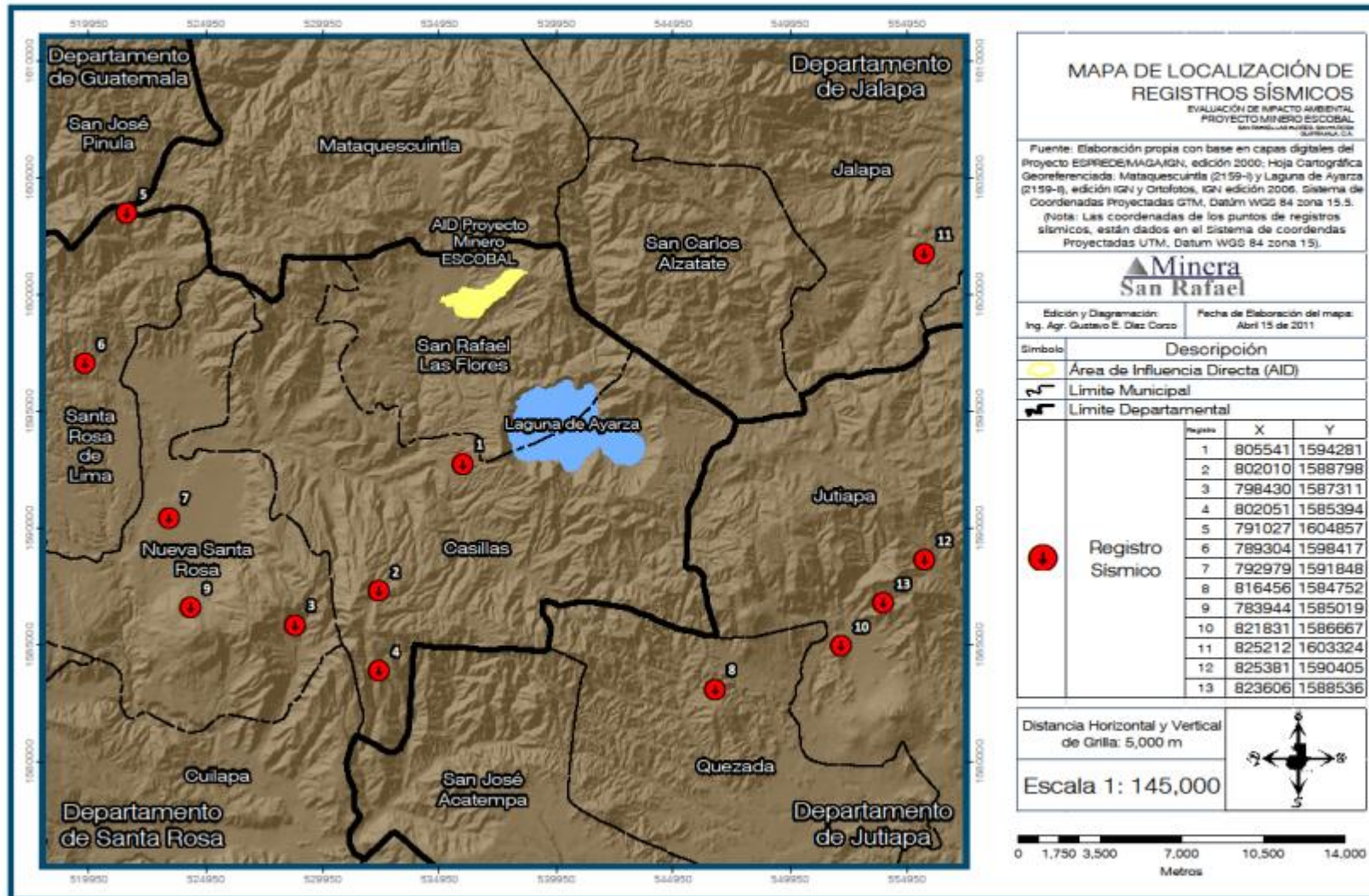
La Figura 8.46 muestra la Imagen Satelital de ubicación de eventos sísmicos en un radio de 21 km del Proyecto, San Rafael Las Flores, Santa Rosa.

8.7.1.2 Recurrencia Sísmica

Eventos de tipo catastrófico tienen periodos de recurrencia amplios y la energía acumulada en el interior de la tierra se libera a través de los pequeños sismos. Específicamente, el proyecto minero se localiza entre las zonas de actividad sísmica del Polochic-Motagua y la Cadena Volcánica. Sin embargo, el periodo de recurrencia de eventos sísmicos para intensidades de 4 a 5 en la escala de Richter es de 3 a 4 años, para sismos cuyo epicentro se ubica en un radio de 21 km del área del Proyecto, teniendo la mayoría origen en el fallamiento secundario de Jalpatagua.

Los picos de aceleración sísmica indican la velocidad con la que se desplaza una onda sísmica en término de tiempo.

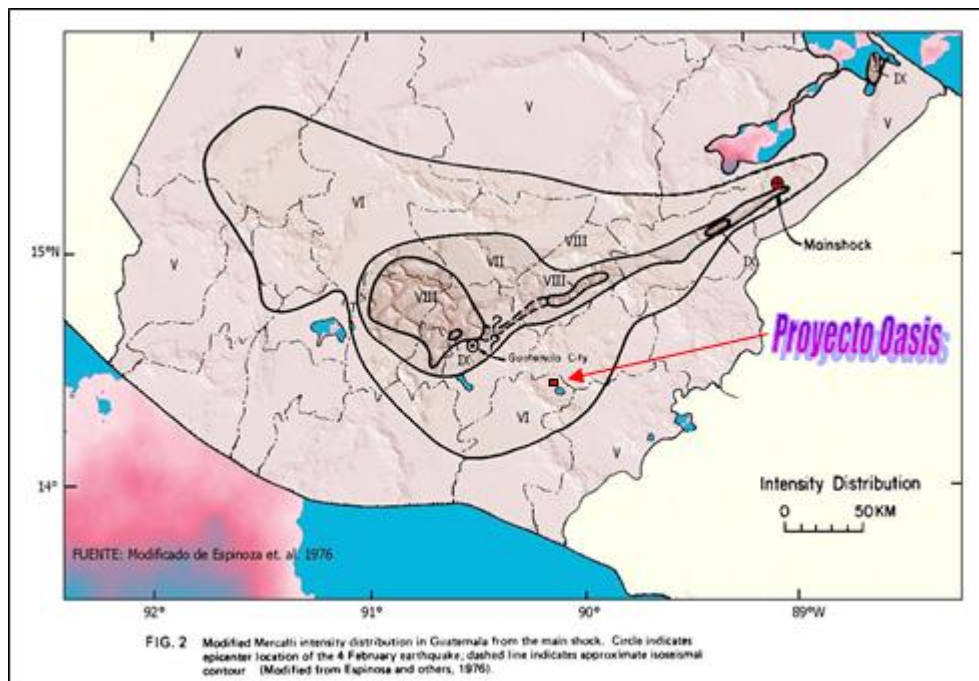
Figura 8.46 Registros sísmicos en la región donde se ubica el proyecto.



Para la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, el proyecto se localiza en lo que se conoce como la Zona 4.1, con un I_0 de 4, se tiene una aceleración máxima efectiva del terreno (A_0) correspondiente al sismo básico de diseño de $0.30g$ (2.94 m/s^2). Se tiene también que la aceleración máxima efectiva del suelo (ARTR) correspondiente al sismo frecuente de diseño es de $0.15g$ (1.47 m/s^2). Se recomienda sin embargo que se utilicen valores para estas aceleraciones de por lo menos un 15-20% más del valor sugerido.

Según el mapa de intensidades de Mercalli, tomado como base el terremoto de 1976, el proyecto se encuentra situado en un área de clasificación VI, (Figura 8.46), en un sismo de esta intensidad la gente huye hacia el exterior; hay un daño moderado sin importancia en estructuras de buen diseño y construcción; daños ligeros en estructuras ordinarias bien construidas; daños considerables en las débiles o mal planeadas; ruptura de algunas chimeneas; es sentido por personas en vehículos en movimiento.

Figura 8.46 Mapa Modificado de Intensidad de Mercalli en Guatemala del evento principal. El círculo indica la localización del epicentro de terremoto del 4 de febrero; línea continua indica contorno isosísmico aproximado. Se indica la posición del área del proyecto.



La zona donde se ubica el proyecto ha registrado varios epicentros muy cercanos (a menos de 21 km de distancia) durante un periodo de 42 años (1965 – 2007). La distancia de los epicentros con respecto al Proyecto ha sido en promedio de 17 km con una magnitud promedio de 4.6 grados en la escala Richter. Tomando en cuenta el período de recurrencia registrado e intensidad de los sismos en esta región, se podría decir que es una zona de nivel medio, con respecto a la amenaza sísmica. Si bien los sismos de esta zona son frecuentes, no son de alta intensidad.

Es normal que durante el año sean sensibles sismos entre el orden de 2.6 a 5 grados en la escala Richter, como lo demuestran las estadísticas del año 2006, en donde se reportó un total 86 sismos sensibles dentro de este rango⁶. Este tipo de actividad sísmica podría considerarse un riesgo, aunque el tipo de actividad desarrollada en el Proyecto no debería ser afectada de manera significativa y se deben de diseñar los túneles tomando en cuenta estos factores de riesgo sísmico.

8.7.2 Amenaza volcánica

En Guatemala existen aproximadamente 324 estructuras identificadas como de origen volcánico, de éstos solamente 8 tienen reportes de actividad en tiempos históricos y 4 son los más activos actualmente. Por su estructura, todos son del tipo estratovolcán, con excepción del Santiaguito que es una secuencia de cuatro domos de lava dacítica⁷.

Actualmente la zona del proyecto de exploración minera es estable, desde el punto de vista de amenaza volcánica; no hay riesgo en el corto plazo, ya que no ha habido actividad documentada de los volcanes vecinos durante últimos 500 años. Según registros, la actividad volcánica de esta región tuvo su auge durante el cuaternario en el periodo Holoceno, hace aproximadamente unos 10,000 años como muy temprano. En el Cuadro 8.26 se listan las estructuras de origen volcánico y la ubicación geográfica de los localizados en áreas cercanas al proyecto.

El volcán Alzatate se encuentra al sureste del AP, en el municipio de San Carlos Alzatate, Jalapa. Es un estrato-volcán cuyo cráter ha sido bastante erosionado; el pico de actividad de este volcán se sitúa a inicios del periodo Holoceno, en los que se dieron flujos piroclásticos y de lava basáltica.

⁶ INE, 2006. Anuario estadístico ambiental, gestión de riesgo y fenómenos naturales, sismos y magnitud, p 192.

⁷ INSIVUMEH 2003. Los volcanes. Disponible en: www.insivumeh.gob.gt

El volcán Las Flores se encuentra al sur del AP, a una distancia de 25 km; es un campo volcánico conformado por un grupo pequeño de estrato-volcanes.

El volcán Jumaytepeque es un pequeño estratovolcán formado de materiales basálticos; es el más cercano al AP, a una distancia de 18.44 Km. en dirección sur. Su formación está asociada con el resurgimiento de la caldera de Santa Rosa de Lima durante el Mioceno (10-25 millones de años); geográficamente se ubica en la aldea Jumaytepeque, municipio de Nueva Santa Rosa.

La caldera de Santa Rosa de Lima se formó durante una erupción catastrófica de dos volcanes gemelos; esta erupción sucedió hace 20,000 años, cubriendo toda la región de material pomáceo. Actualmente sobre esta caldera se formó la Laguna de Ayarza.

Cuadro 8.26 Registro de las estructuras de origen volcánico dentro de un radio de 30 Km. del Proyecto Oasis, San Rafael Las Flores, Santa Rosa

No	Nombre	Altitud (msnm)	Distancia con respecto al proyecto (Km.)		Coordenada UTM (WGS 84, Zona 15)	
			Zona de Veda definitiva	Zona de amortiguamiento	X	Y
1	Volcán Alzatate	2045	7.2	6.9	819243	1603364
2	Volcán Amayo o Las Flores	1600	21.9	20.1	824530	1583896
3	Volcán Jumaytepeque	1815	15.8	14.8	794216	1587199
4	Volcán Culma	1027	31.8	30.7	836854	1582935
5	Volcán Jumay	2176	26.1	24.6	823840	1626648
6	Volcán Tahual	1716	22.7	20.1	833777	1598322
7	Caldera de Santa Rosa de Lima (actualmente Laguna de Ayarza)	1409	2.3P13F ⁸		809862	1596246

8.7.3 Movimientos en masa

Los deslizamientos son fenómenos geológicos de evolución del relieve y figuran entre los procesos más frecuentes que afectan la superficie terrestre y que pueden ser acelerados en el tiempo y el espacio por la actuación humana

⁸ Zona de protección especial.

Estos fenómenos son desplazamientos de masas de tierra o rocas por una pendiente, en forma súbita o lenta. Dentro del área que conforma el Proyecto minero, su ocurrencia depende de los siguientes factores:

- Clase de rocas y suelos.
- Topografía (lugares montañosos con pendientes fuertes).
- Cantidad de lluvia en el área (invierno).
- Actividad sísmica.
- Actividad humana (cortes en ladera, falta de canalización de aguas, entre otras).
- Erosión (por actividad humana y de la naturaleza).

Al analizar las variables anteriores se establece que el Proyecto minero está ubicado sobre un lecho rocoso, constituido por material del Terciario de origen volcánico (Tv) y el suelo posee una estructura granular susceptible a erosión. Además, el gradiente altitudinal varía de 1,300 a 2,060 msnm en 6.0 km, por lo que existen pendientes fuertes. Las variables que más favorecen la ocurrencia de los movimientos de masa son: la actividad humana y la precipitación pluvial.

De acuerdo a SEGEPLAN (2005), con información de su Oficina Departamental en Santa Rosa, indica que el único poblado con peligro a deslaves en invierno es la aldea Las Nueces, en el municipio de San Rafael Las Flores.

Mientras que en los trabajos de exploración minera que se han realizado desde el año 2007, la ocurrencia de movimientos en masa en el APE únicamente se han presentado en algunas plataformas, que en época de invierno (Mayo a Octubre) han sufrido micro-deslaves a causa de la escorrentía superficial por precipitación pluvial (259.02 mm/mes). Dichos deslaves no han ocasionado daño alguno, debido a que la cantidad de material desprendido no sobrepasa los 2 mP3P aproximadamente.

Para la tormenta Agatha hubo más bien deslizamientos localizados tipo flujo de lodos y desprendimientos en los cortes de caminos, sin mayores complicaciones que el taponamiento temporal de los caminos locales dentro del área de investigación. Ver Fotografía 8.3.



Fotografía 8.3 Deslizamientos producidos durante la tormenta Ágatha

8.7.4 Erosión

La erosión laminar del suelo dentro del área de la licencia se muestra en la Figura 8.54, donde se identificaron cinco categorías de susceptibilidad por rangos de erosión en Ton/ha/año.

Estos rangos se clasifican de acuerdo a la cantidad de suelo que se pierde anualmente, siendo las categorías identificadas:

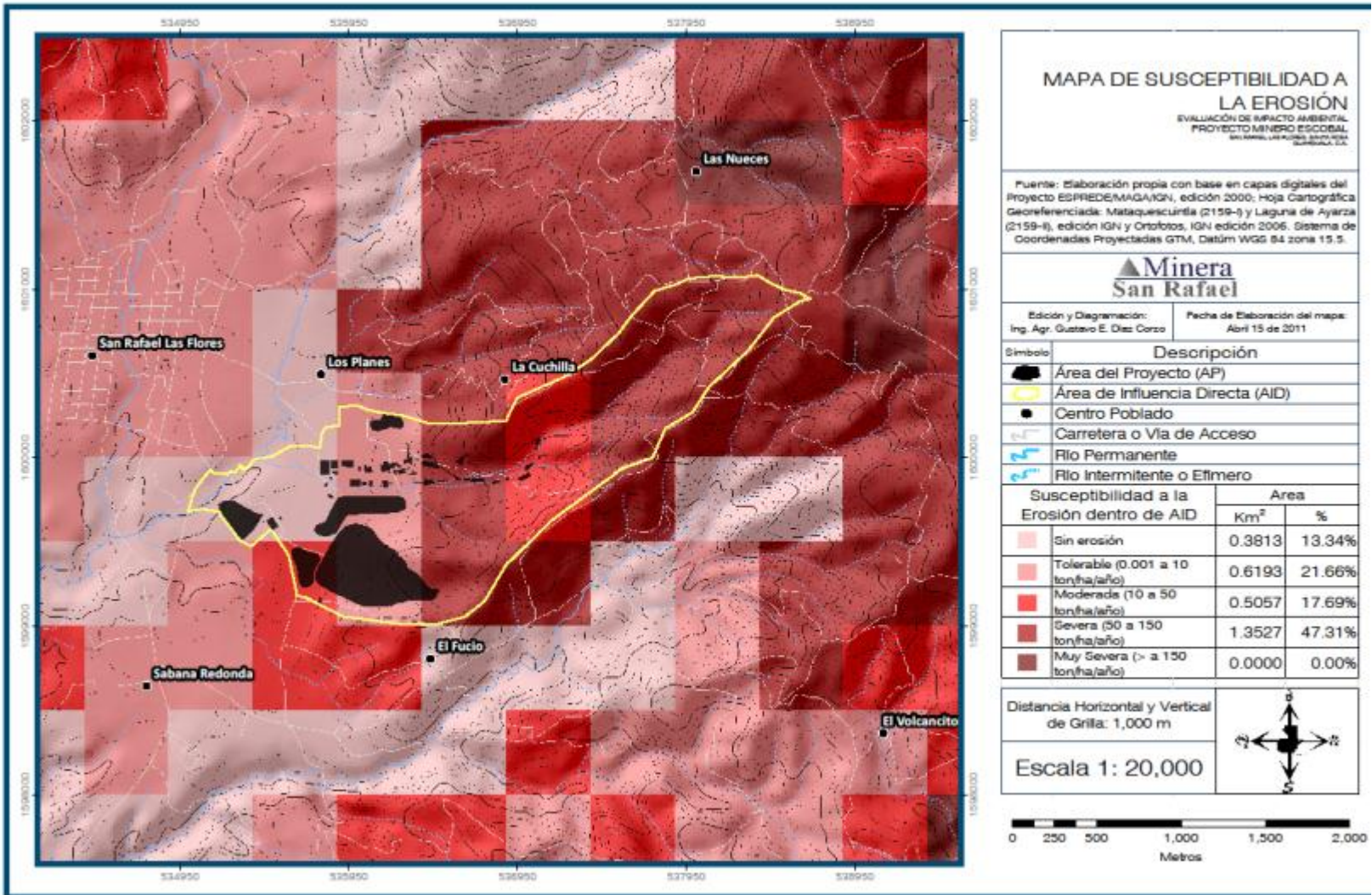
Sin erosión: Esta categoría de susceptibilidad se localiza a lo largo de toda el AP de Oasis y abarca 10.07 km²P2P (20.14% del Proyecto).

Tolerable: El rango de pérdida de suelo dentro de esta categoría se encuentra entre 0.001 a 10 ton/ha/año. Dentro del AP, abarca 14.35 km² (28.70%) se localiza principalmente hacia el Oeste del Proyecto.

Moderada: Esta categoría de susceptibilidad se encuentra dentro del rango de pérdida de suelos de 10 a 50 ton/ha/año, abarca 5.68 km² (11.36%) del AP y se localiza principalmente en el Este del Proyecto.

Severa: Es la que abarca mayor área dentro del AP, esto se debe principalmente a que un gran porcentaje de los suelos del Proyecto se encuentra entre rangos de pendientes del 16–32%, incrementando, la escorrentía superficial, por lo que existe mayor pérdida de suelo. Esta categoría abarca 18.89 km² (37.78% del AP).

Figura 8.54 Mapa de Susceptibilidad del Suelo a la Erosión en el área de la licencia



Muy Severa: La pérdida de suelo en esta categoría es mayor a 150 ton/ha/año, se localiza principalmente en la aldea Las Nueces, la cual presenta pendientes entre el 16-32%. Abarca un área de 1.01 km² (2.02%) del Proyecto Oasis. Esta categoría es la que menor área abarca; sin embargo, cabe resaltar que es importante tener prácticas de conservación para que no se incremente.

La susceptibilidad a la erosión se presentan principalmente en las áreas con mayor pendiente y que presentan escasa o nula cobertura vegetal. En los recorridos realizados en el área, se observó erosión lineal (surcos y cárcavas) únicamente en los caminos existentes dentro del Proyecto. Es importante mencionar que este tipo de erosión se presenta en caminos debido a la falta de cobertura vegetal y que estos ya existían desde antes que se iniciaran las actividades de exploración en el 2007, ya que fueron construidos por los agricultores para el traslado de cultivos y siembras.

8.7.5 Inundaciones

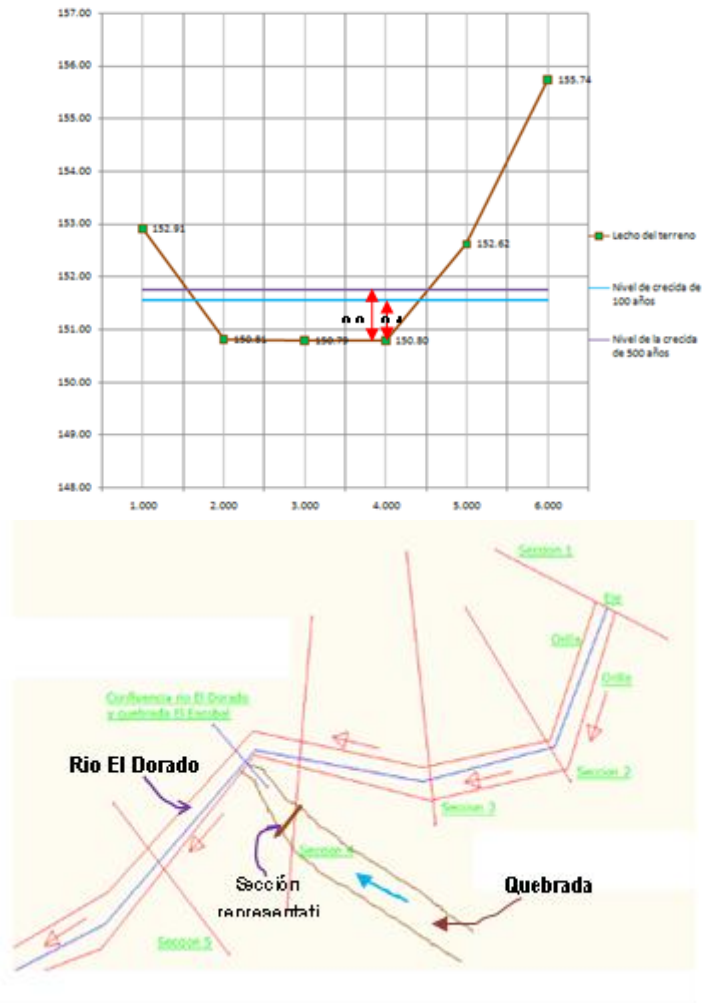
El área del proyecto se encuentra principalmente sobre laderas y colinas, por lo que se considera sin riesgo a inundaciones. Según entrevista realizada al personal de la OMP de San Rafael Las Flores, el área que comprende el proyecto nunca ha sido afectada por inundaciones.

Los caudales máximos de crecidas para la desembocadura de la quebrada Escobal al río El Dorado son interesantes y para periodos de retorno grandes, de 100 y 500 años toman los valores de 15.22 y 22.53 m³/seg y no alcanzan a desbordar el cauce natural de la quebrada (ver Figura 8.55). La cota para el periodo de retorno de 100 años no supera el medio metro de altura, de hecho alcanza los 0.42 m desde el punto más bajo y la cota para T=500 años, no alcanza a superar el metro, de hecho se calculó en una subida de 0.95m desde el punto más bajo de la sección de la quebrada en este sitio.

Han ocurrido algunos desbordes en puentes cercanos a San Rafael Las Flores que no representan riesgo alguno para el proyecto, pero si para la población local (Fotografía 8.4)

Dentro del AP y el AID no se han identificado otros riesgos o susceptibilidad a fenómenos de otro tipo como licuefacción, subsidencias y hundimientos, ya sea de forma natural o potencializados por las actividades del proyecto de exploración minera.

Figura 8.55 Cotas alcanzadas para crecidas máximas en la quebrada Escobal muy cerca de su llegada al río El Dorado.



Fotografía 8.4 Puente sobre el río El Dorado antes de llegar al río San Rafael que se desbordó durante la tormenta Agatha.

8.7.6 Otros

Un riesgo inherente al crecimiento de la frontera agrícola y la frontera urbana son los focos de contaminación en general (Figura 8.48 anterior) y las quemas para siembra que a veces se salen de control y se desarrollan incendios forestales o de arbustos y matorrales (ver Fotografía 8.5). Nada de esto es causado por el proyecto.



Fotografía 8.5 Quemas que pueden salirse de control y provocar incendios en la montaña.

8.7.7 Susceptibilidad

La susceptibilidad se define como la fragilidad del entorno ante un cambio o suceso. El municipio de San Rafael Las Flores es susceptible principalmente a tres tipos de amenazas naturales: Inundaciones principalmente por crecidas del río Los Vados, sequías leves y sismos de baja a mediana intensidad, por lo que seguidamente se describe la susceptibilidad ante sequías.

8.7.7.1 Susceptibilidad a Sequías

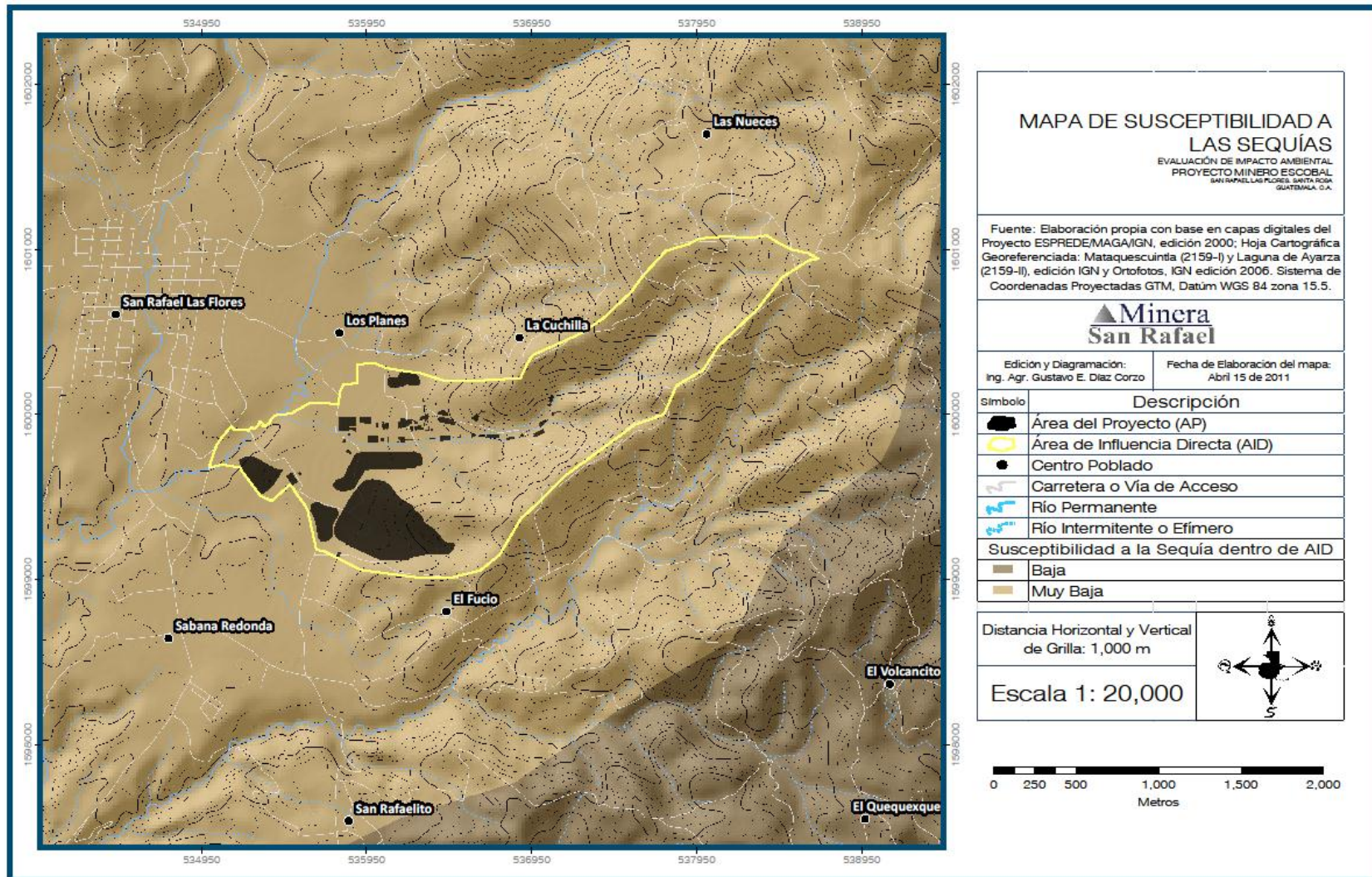
Dentro de los límites del Proyecto minero (AID) se presentan dos zonas con susceptibilidad a sequías como se muestra en la Figura 8.56, las cuales son:

Zona de baja susceptibilidad a sequías: Abarca un área de 9.21 km² (18.42% de AP), es una región húmeda, pero tiene probabilidades en el orden de 50 a 70% de que ocurran bajas en las precipitaciones, ocasionando sequías leves, durante cortos

periodos de tiempo. Algunas de las comunidades que se ubican dentro de esta zona son Las Nueces, Los Planes, El Fucío y Sabana Redonda.

Zona de muy baja susceptibilidad a sequías: Esta abarca un área de 40.79 km², representado un 81.58% del AP. Ésta es una región húmeda desde el punto de vista climático, pero tiene probabilidades de una reducción en los niveles de humedad principalmente por precipitación pluvial en el orden de 1 a 50%, lo que ocasionaría sequías leves durante breves periodos de tiempo.

Figura 8.56 Zonas susceptibles a sequías en el área del proyecto minero



9. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIÓTICO

En este capítulo se presenta la descripción del ambiente biótico del proyecto minero El Escobal (El Proyecto), y sus componentes estudiados (hábitat, flora, fauna, y vida acuática), realizado mediante caracterizaciones biológicas. Basado en los resultados de las caracterizaciones biológicas se determinaron las especies consideradas amenazadas incluidas en la Lista de Especies Amenazadas del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) y los listados de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). En este capítulo, también se presentan secciones sobre las especies consideradas como indicadoras, áreas protegidas y corredores biológicos. Lo anterior, basado en los términos de referencia presentados por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

El presente informe incluye la caracterización biológica realizada semestralmente durante los años 2009, 2010 y 2011, durante los meses de la época seca (ES) y época lluviosa (EL). Las caracterizaciones se realizaron con la finalidad de describir el ambiente biótico en el AID del Proyecto. La flora fue descrita por medio de un análisis de cobertura vegetal e inventario florístico. Con relación a la fauna, se documentó la fauna acuática donde se seleccionó a los macro-invertebrados y peces; y la fauna terrestre estudiándose a los nematodos, anfibios y reptiles, aves y mamíferos. Los métodos particulares para cada grupo se presentan en la sección de metodología de cada componente.

A. Hábitat

A.1 Hábitat Terrestre

El área del Proyecto Minero El Escobal se encuentra en la zona de vida denominada Bosque Húmedo subtropical templado (Bhs-t), de acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Holdridge¹. En esta zona de vida los remanentes boscosos se

¹ Holdridge L. 1997. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento.

caracterizan por la presencia encino, *Quercus* spp., pino colorado, *Pinus oocarpa*, nance, *Byrsonimia crassifolia* y hoja de lija, *Curatella americana*².

A.2 Hábitat Acuático

Para el análisis de hábitat acuático se registraron varios parámetros in situ, los cuales ayudan a describir las características del hábitat y su influencia en la vida acuática. En el Cuadro 9.1 se presentan los valores de los parámetros fisicoquímicos registrados durante los muestreos desde la ES-2009 hasta la ES-2011 e incluye las EL-2009 y EL-2010.

Los valores de pH registrados en ambas épocas se observan similares entre sí y se encontraron entre 6.61 en la SW9-E y 9.33 en la SW3-E y entre 6.95 en la SW9-E y 8.09 en la SW2-E en la EL. En el caso del oxígeno disuelto, el valor más bajo se registró durante la ES-2011 con 2.74 mg/L en la SW10-E y el valor más alto durante la EL-2009 en la SW6-E con un valor de 8.89 mg/L. Otro de los parámetros fue la conductividad, la cual se ha observado es menor durante la EL. De los muestreos correspondientes a la ES, la conductividad se encontró entre 131 uS/cm en la SW7-E de la ES-2009 y entre 355 uS/cm en la SW1-E de la ES-2011, mientras que durante la EL los valores se ubicaron entre 60 uS/cm en la SW6-E en la EL-2010 y 349 uS/cm en la SW4-E de la EL-2009.

La evaluación del hábitat se realizó siguiendo los parámetros propuestos por la EPA y basado en las mediciones y observaciones de campo efectuadas; cada parámetro evaluado se clasificó en una de las siguientes categorías:

- Óptimo,
- Sub-óptimo,
- Marginal y
- Pobre.

² IARNA. 2004. Perfil Ambiental de Guatemala: Informe sobre el estado del ambiente y bases para la evaluación sistemática. Universidad Rafael Landívar, Instituto de Incidencia Ambiental. Guatemala.

Cuadro 9.1 Parámetros fisicoquímicos in situ, Proyecto Minero, El Escobal, 2011

Estación	Fecha de Muestreo	Mediciones					
		pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	% Sat Oxígeno	T (°C)	C (µS/cm)	Turbidez
Quebrada Seca (El Escobal)							
SW1-E	ES-2009	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.
	ES-2010	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.
	ES-2011	7.78	6.40	65.3	16.3	355	L. Turbia
	EL-2009	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.
	EL-2010	7.91	8.01	86	18.86	140	Clara
SW2-E	ES-2009	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.
	ES-2010	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.
	ES-2011	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
	EL-2009	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.
	EL-2010	8.09	7.92	88	20.58	160	L. turbia
Río El Dorado							
SW3-E	ES-2009	7.73	6.6	76	22.3	183	L. turbia
	ES-2010	7.62	5.73	66	22.8	247	L. turbia
	ES-2011	9.33	6.31	75.03	22.4	272	L. turbia
	EL-2009	7.52	7.82	85	19.59	298	Turbia
	EL-2010	7.83	8.08	88	19.33	100	L. turbia
SW4-E	ES-2009	7.46	6.27	70	20.83	244	L. turbia
	ES-2010	7.58	5.9	63	18.71	280	L. turbia
	ES-2011	7.53	7.22	76.77	18.3	276	L. turbia
	EL-2009	7.46	8.47	91	18.95	349	L. turbia
	EL-2010	7.59	8.00	88	19.73	150	L. turbia
SW9-E	ES-2009	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.
	ES-2010	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.
	ES-2011	7.22	4.68	50.47	22.07	289	Turbia
	EL-2009	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.
	EL-2010	6.95	6.68	77	22.08	160	L. turbia
Quebrada Estacional							
SW10-E	ES-2009	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.
	ES-2010	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.
	ES-2011	6.61	2.74	30.60	20.87	163	Turbia
	EL-2009	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.
	EL-2010	7.65	7.44	84.3	21.5	160	L. turbia
Río Los Vados							
SW6-E*	ES-2009	8.16	8.71	90	19.38	190	Clara
	ES-2010	6.91	7.26	71.87	14.78	341	L. turbia
	ES-2011	7.24	7.55	85.67	21.57	242	Clara
	EL-2009	7.05	8.89	93	17.39	168	L. turbia
	EL-2010	7.51	8.50	92.2	19.28	60	L. turbia
Quebrada La Honda							
SW7-E	ES-2009	7.47	6.81	75	20.26	131	L. turbia
	ES-2010	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.
	ES-2011	7.22	6.72	68.20	16.10	155	L. turbia
	EL-2009	7.53	7.85	85	19.35	293	L. turbia
	EL-2010	7.64	7.85	85.47	19.46	90	L. turbia

*Estación control; N.M.: No Muestreado; N.D: No Disponible; mg/L: miligramos por litro; °C: grados Celsius; C: conductividad eléctrica; µS/cm: microsiemens por centímetro; ES: época seca; EL: época lluviosa; Se marcan de azul los datos mencionados en el texto. L. Turbia: Levemente turbia. % Sat: Porcentaje de saturación. Fuente: CTA, 2011.

En general, la evaluación del hábitat en cada una de las estaciones para ambas épocas de muestreo fue caracterizado dentro de las categorías de menor calidad ambiental. Con excepción de la SW2-E, la cual durante la ES-2009 fue calificada del

tipo “sub-optimó”, el resto de las estaciones durante las ES de 2009 a 2011 han sido calificadas como “marginal” o “pobre”. En la EL, las estaciones con la categoría más alta fueron la SW10-E y la SW6-E que durante la EL-2010 se catalogaron como “sub-optimó”. Dentro de la categoría de “pobre” se ubicó a la SW2-E en la EL-2010, mientras que el resto de las estaciones durante la EL han sido evaluadas con un hábitat “marginal”. En el Cuadro 9.2 se presentan los parámetros evaluados en cada una de las estaciones en ambas épocas de muestreo y en la Fotografía 9.1 se presentan imágenes de las estaciones evaluadas.

Fotografía 9 1. Estaciones de muestreo de la Línea Base de Biología Acuática, Proyecto Minero El Escobal, 2011



Cuadro 9.2 Evaluación de hábitat, Proyecto El Escobal, 2011

Estación	Época	Sustrato para Epifauna	Caracterización del Sustrato de Pozas	Variabilidad de Pozas	Deposición de Sedimentos	Flujo del Canal	Alteración del Canal	Sinuosidad del Canal	Estabilidad de Bordes	Vegetación de Bordes	Ancho de Vegetación Riparia	Puntuación	Categoría
Quebrada Seca El Escobal													
SW1-E	ES-2010	C-1	C-2	N.A.	N.A.	D-5	B-6	C-7	C-8	C-9	C-10	55	Marginal
	ES-2011	B-1	B-2	D-3	C-4	D-5	A-6	B-7	B-8	B-9	C-10	81	Marginal
	EL-2010	A-1	A-2	D-3	B-4	B-5	C-6	D-7	A-8	C-9	C-10	125	Sub- óptimo
SW2-E	ES-2010	D-1	D-2	N.A.	N.A.	D-5	D-6	C-7	D-8	D-9	D-10	25	Pobre
	ES-2011	D-1	D-2	N.D	N.D	D-5	C-6	C-7	C-8	C-9	D-10	73	Marginal
	EL-2010	D-1	D-2	D-3	C-4	C-5	C-6	C-7	D-8	D-9	D-10	41	Pobre
Río El Dorado													
SW3-E	ES-2009	A-1	B-2	D-3	C-4	D-5	A-6	B-7	C-8	C-9	C-10	119	Sub- óptimo
	ES-2010	C-1	C-2	D-3	C-4	D-5	A-6	C-7	C-8	C-9	C-10	80	Marginal
	ES-2011	B-1	C-2	D-3	C-4	D-5	C-6	C-7	B-8	B-9	C-10	73	Marginal
	EL-2009	C-1	B-2	D-3	C-4	C-5	C-6	B-7	B-8	D-9	C-10	86	Marginal
	EL-2010	C-1	B-2	A-3	B-4	C-5	A-6	C-7	B-8	D-9	D-10	100	Marginal
SW4-E	ES-2009	C-1	B-2	C-3	C-4	C-5	B-6	C-7	D-8	D-9	D-10	71	Marginal
	ES-2010	C-1	B-2	D-3	C-4	C-5	D-6	B-7	D-8	D-9	D-10	81	Marginal
	ES-2011	C-1	B-2	C-3	C-4	C-5	B-6	B-7	B-8	C-9	C-10	77	Marginal
	EL-2009	C-1	C-2	D-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	D-9	D-10	71	Marginal
	EL-2010	D-1	B-2	D-3	B-4	B-5	C-6	B-7	C-8	D-9	D-10	82	Marginal
SW9-E	ES-2011	C-1	B-2	C-3	D-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	D-10	62	Marginal
	EL-2010	B-1	B-2	D-3	D-4	C-5	B-6	C-7	C-8	D-9	D-10	77	Marginal

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO ESCOBAL

Estación	Época	Sustrato para Epifauna	Caracterización del Sustrato de Pozas	Variabilidad de Pozas	Deposición de Sedimentos	Flujo del Canal	Alteración del Canal	Sinuosidad del Canal	Estabilidad de Bordes	Vegetación de Bordes	Ancho de Vegetación Riparia	Puntuación	Categoría
Quebrada Estacional													
SW10-E	ES-2011	D-1	B-2	D-3	D-4	D-5	B-6	C-7	D-8	C-9	D-10	52	Pobre
	EL-2010	C-1	C-2	D-3	C-4	C-5	B-6	B-7	A-8	C-9	D-10	92	Marginal
Río Los Vados													
SW6-E*	ES-2009	B-1	B-2	C-3	A-4	C-10	A-6	C-7	C-8	C-9	D-10	100	Marginal
	ES-2010	C-1	B-2	D-3	C-4	B-5	B-6	B-7	B-8	C-9	C-10	100	Marginal
	ES-2011	B-1	B-2	C-3	B-4	B-5	A-6	C-7	B-8	B-9	C-10	95	Marginal
	EL-2009	B-1	B-2	D-3	B-4	B-5	A-6	C-7	C-8	D-9	D-10	100	Marginal
	EL-2010	C-1	A-2	A-3	B-4	B-5	A-6	A-7	B-8	D-9	D-10	122	Sub- óptimo
Quebrada La Honda													
SW7-E	ES-2009	C-1	C-2	D-3	D-4	D-5	B-6	C-7	C-8	C-8	B-10	82	Marginal
	ES-2010	D-1	C-2	N.A.	N.A.	D-5	D-6	C-7	D-8	D-9	D-10	33	Pobre
	ES-2011	C-1	B-2	C-3	C-4	C-5	C-6	B-7	B-8	C-9	C-10	86.5	Marginal
	EL-2009	C-1	B-2	D-3	D-4	C-5	B-6	C-7	B-8	C-9	C-10	78	Marginal
	EL-2010	C-1	A-2	C-3	B-4	C-5	C-6	C-7	C-8	D-9	D-10	81	Marginal

*Estación Control. Se marcan de azul los datos mencionados en el texto; ES: Época Seca; EL: Época Lluviosa; N.D.: No Disponible; Fuente. CTA, 2011.

Leyenda	A	Óptimo	B	Sub- óptimo	C	Marginal	D	Pobre
---------	---	--------	---	----------------	---	----------	---	-------

B. Ecotoxicología

Materiales y Equipo

Los análisis de eco toxicología son una herramienta útil en el estudio de los efectos adversos de las sustancias en los ecosistemas, mediante el reconocimiento de los efectos nocivos en poblaciones y comunidades, considerando que si un contaminante modifica las condiciones del medio en el que habitan los organismos, las consecuencias ecológicas pueden ser considerables. El análisis de eco toxicología se realizó con el objetivo de determinar la toxicidad aguda de muestras de agua provenientes de las estaciones de muestreo.

Procedimiento para Análisis Eco toxicológico Microtox®	
Materiales	
<ul style="list-style-type: none"> • Ice-packs “bolsas de hielo” (5 unidades), • Hielera (1), • Guantes de látex, 	<ul style="list-style-type: none"> • Recipientes ámbar de 250 mL con etiquetas, y • Microtox 500 Analyzer® (bacteria liofilizada <i>Vibrio fischeri</i>)
Métodos de Campo	
Se recolectaron muestras de agua en las estaciones de muestreo en frascos de vidrio ámbar (120 mL) (Fotografía 9.2) en dirección contra la corriente, se llenaron totalmente evitando espacios de aire. Los frascos se etiquetaron con la fecha, hora, estación, nombre del colector y el nombre del río. Las muestras fueron almacenadas a una temperatura entre 1 a 4 °C en una hielera para su transporte hacia el laboratorio, donde se conservaron bajo refrigeración hasta su análisis.	
Métodos de Laboratorio	
Procedimiento para Análisis ecotoxicológico Microtox	
El análisis eco toxicológico fue realizado con el equipo Microtox 500 Analyzer®, que se basa en la respuesta de la bacteria luminiscente <i>Vibrio fischeri</i> también conocida como <i>Photobacterium phosphoreum</i> ³ a diferentes concentraciones de la muestra. La prueba utilizada fue la Exploratoria (Screening Test) ⁴ , la cual utiliza una concentración de la muestra del 81.9% midiendo los cambios en la bacteria a los 5 y 15 minutos de exposición (fotografía 9.3). La prueba exploratoria determina el porcentaje de efectividad, que indica el nivel de nocividad de la muestra para la bacteria, por lo que mientras más alto es el porcentaje, la muestra es más tóxica. Cuando el porcentaje de efectividad es mayor al 50%, se realiza una Prueba Básica, para conocer la Concentración Efectiva 50 (EC ₅₀), es decir, la concentración que inhibe al 50% de las bacterias. El tóxico de referencia utilizado fue Sulfato de Zinc (ZnSO ₄ *7H ₂ O).	
Análisis de Datos	
Los resultados de la Prueba Exploratoria se expresaron como Porcentaje de Efectividad.	

³ Base de Datos de secuencias del NCBI <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi>, consultado en enero 2011.

⁴ Microtox User Guide, Screening Test 81.9%. SDI, Newark, Del., EUA. (Manual del Usuario).

Fotografías



Fotografía 9.2 Toma de muestra de agua para eco toxicología



Fotografía 9.3 Análisis eco toxicológico en laboratorio

B.2 Resultados

Este bioensayo utiliza a la bacteria marina *Vibrio fischeri* (*Photobacterium phosphoreum*) como indicador de toxicidad. Esta bacteria emite luz (fenómeno de luminiscencia) como consecuencia de su proceso metabólico de respiración. Una disminución en la respiración celular de la bacteria debido a la presencia de material tóxico se traduce en una disminución de la emisión de luz⁵, por lo que midiendo la luminiscencia se valora la toxicidad y se expresa como concentración efectiva (CE): la concentración del agente contaminante que produce una reducción de la emisión de luz inicial.

El bioensayo se realizó con el equipo Microtox 500 Analyzer®, siguiendo el protocolo del manual de usuario proporcionado por el fabricante. Los resultados de la prueba son generados como porcentaje de efectividad; es decir, el porcentaje en el que disminuye la luminiscencia de la bacteria a los 5 y 15 minutos de exposición de ésta a la muestra, comparado con la muestra control negativo. Los porcentajes de efectividad negativos implican un aumento en lugar de la disminución esperada de la luminiscencia. Este fenómeno es denominado Hormesis, el cual implica un aumento en metabolismo de la bacteria, e indica que no existe toxicidad aguda en el agua analizada.

Los porcentajes de efectividad son menores a 50% de inhibición de luminiscencia en todas las estaciones por lo que los valores no se consideran tóxicos para la vida

⁵ Thomulka, K. W., D. J. McGee y J. H. Lange. 1993. Use of the bioluminescent bacterium *Photobacterium phosphoreum* to detect potentially biohazardous materials in water. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 51: 538 - 544.

acuática. En el Cuadro 9.3 se presentan los resultados obtenidos durante los muestreos del Proyecto El Escobal y se observa que los porcentajes de efectividad registrados durante los muestreos son semejantes en todas las estaciones.

Cuadro 9.3 Resultados del análisis de Microtox®, Proyecto El Escobal, 2011

Estación	Fecha de Muestreo	pH	% de Efectividad (5')	% de Efectividad (15')	Índice de Toxicidad
Quebrada Seca "El Escobal"					
SW1-E	ES-10	7.90	2.07	-0.83	No tóxica
	EL-10	7.77	-9.50	-12.68	No tóxica
	ES-11	8.32	-6.91	-13.76	No tóxica
SW2-E	EL-10	7.73	-6.62	-4.43	No tóxica
Río El Dorado					
SW3-E	ES-10	8.13	2.42	-1.40	No tóxica
	EL-10	7.73	-9.77	-7.51	No tóxica
	ES-11	8.26	-7.52	-15.46	No tóxica
SW4-E	ES-10	7.93	2.70	-0.80	No tóxica
	EL-10	7.79	-12.87	-11.75	No tóxica
	ES-11	7.89	-10.10	-2.98	No tóxica
SW9-E	EL-10	7.72	-1.77	-7.99	No tóxica
	ES-11	7.55	6.33	-2.96	No tóxica
Río Los Vados					
SW6-E	ES-10	7.98	2.07	-0.83	No tóxica
	ES-11	7.48	-2.98	-12.76	No tóxica
	EL-10	7.92	-12.42	-13.23	No tóxica
Quebrada La Honda					
SW7-E	ES-10	7.94	-4.60	-10.75	No tóxica
	EL-10	7.77	-7.27	-5.53	No tóxica
	ES-11	8.03	-4.62	-12.92	No tóxica
Quebrada estacional					
SW10-E	EL-10	7.57	-11.98	-13.79	No tóxica
	ES-11	7.58	3.45	-5.04	No tóxica
Control	ES-10	6.87	87.16	97.20	Muy tóxica
	EL-10	6.63	89.35	97.04	Muy tóxica
	ES-11	6.32	67.06	96.18	Extremadamente tóxica

5': cinco minutos; 15': quince minutos. Fuente: Laboratorio Ambiental, 2011.

9.1 Flora

Los muestreos de flora se realizaron en parcelas de 0.1 Ha (20*50 m), ubicadas según los criterios descritos en el Cuadro 9.4, y que se muestran en la Figura 9.1. Las parcelas se ubican dentro de áreas más grandes denominadas cuencas debido a que los muestreos de fauna requieren de mayor superficie de muestreo.

Cuadro 9.4 Descripción de la ubicación de las parcelas Proyecto Minero El Escobal,
2011

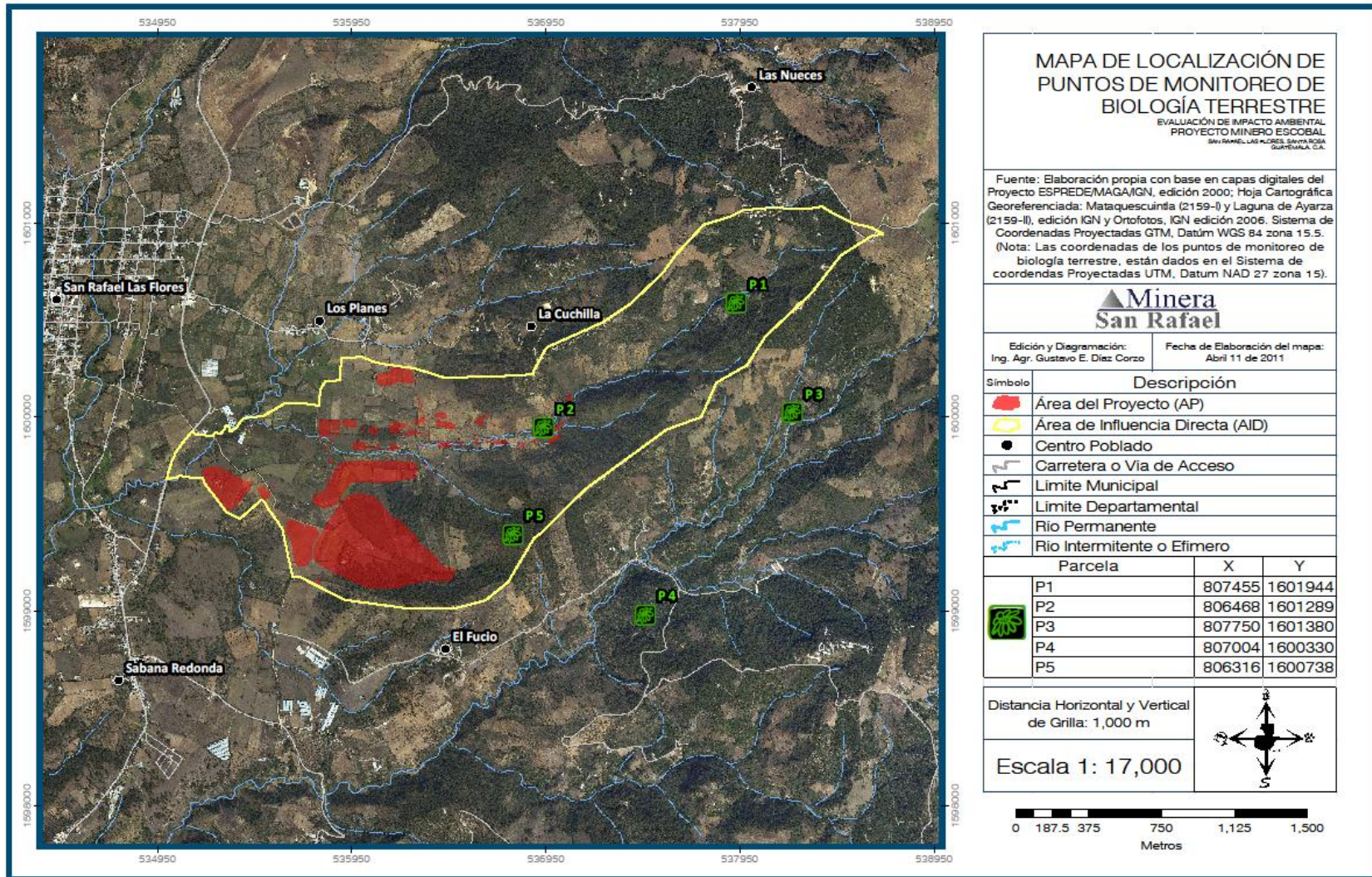
Cuenca	Parcela	Características	Altura* (m)	Coordenadas	
				E (m)	N (m)
1	P1	Parte alta de la microcuenca de la quebrada El Escobal. Aún se observa bosque de Pino-Encino bien conservado.	1782	806937.36	1600426.97
	P2	Parte baja de la microcuenca de la quebrada Escobal. Hábitat conformado por parches de bosque y sistemas agrícolas.	1439	807747.73	1601490.23
2	P3	Parte alta de la microcuenca de la quebrada Honda. Hábitat altamente perturbado, conformado por sistemas agrícolas	1711	806466.91	1601388.55
	P4	Parte baja de la microcuenca de la quebrada Honda. Hábitat conformado de remanentes de la vegetación original (bosque de pino encino), inmerso en un paisaje heterogéneo.	1471	807448.77	1602057.58
	P5	Parte baja de la microcuenca de la quebrada Escobal, hábitat conformado por parches de bosques y sistemas agrícolas.	1525	803,615	1,600,846

*: Áreas aproximadas en base al centro del área estudiada. Coordenadas UTM, Zona 16. Fuente: CTA, 2011.

Materiales y Equipo

En el Cuadro 9.5 se presenta el detalle de los materiales y métodos utilizados en el muestreo de flora. Los muestreos se realizaron en cuatro parcelas: P1, P2, P4 Y P5. En los muestreos hechos en 2010 y 2011 se realizó el sitio P5, en sustitución al sitio P3, el cual solamente fue muestreado en junio de 2009.

Figura 9.1 Ubicación de los puntos de Muestreo de Flora, 2011



Fuente: CTA, 2011.

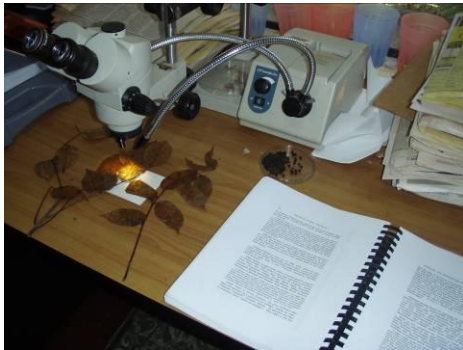
Cuadro 9.5 Materiales y métodos utilizados para muestreo de flora Proyecto Minero El Escobal, 2011

Materiales y Métodos								
Análisis de Cobertura vegetal (1:10,000)								
<p>En el análisis se utilizó fotografía aérea orto rectificado del año 2009, la que por sus características resulta útil en la elaboración del análisis. Entre las características que presenta destacan: una cobertura del área del proyecto de 3,042 ha, una resolución espacial de 0.4 m. por pixel y una resolución espectral de 3 bandas para un color natural. El área de estudio seleccionada tuvo un tamaño de 328 ha y abarca el sitio de construcción de la carretera de acceso y los portales este y oeste.</p> <p>Con la ayuda de programas especializados en la clasificación de imágenes Raster, se realizó un corte del área de estudio sobre la fotografía y sobre éste nuevo corte se realizó un primer análisis de clasificación automático (realizado por el computador), el cual determinó la confiabilidad de la imagen para uso del suelo (también llamado "clasificación sin supervisión"). Como resultado de esta fase, se determinaron 16 clases de uso diferentes. Posteriormente, se realizó la clasificación supervisada, fase en la cual de las 16 clases encontradas y por medio de observaciones en pantalla se corrigen las categorías y se les asigna un nombre dependiendo de lo observado. Del primer filtro de observación se obtienen 12 categorías, en el segundo filtro 8 y es en el tercer filtro que se determinó las categorías finales para la clasificación de suelo. Se utilizaron 6 categorías de uso en las que se incluyen la categoría de sombras por no identificarse bien el uso oculto por ésta. Las categorías resultantes fueron:</p>								
	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="padding: 2px;">Tipo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">Bosque</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Caminos, Suelo Desnudo</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Carretera Asfaltada</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Construcciones, Invernaderos</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Cultivos, Asociación Silvo-pastoril</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Sombra</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo	Bosque	Caminos, Suelo Desnudo	Carretera Asfaltada	Construcciones, Invernaderos	Cultivos, Asociación Silvo-pastoril	Sombra
Tipo								
Bosque								
Caminos, Suelo Desnudo								
Carretera Asfaltada								
Construcciones, Invernaderos								
Cultivos, Asociación Silvo-pastoril								
Sombra								

Listado de Flora Silvestre	
Materiales	
<ul style="list-style-type: none"> • Cinta métrica, • Libreta de campo, • Machete, • Tijeras de podar, • Cámara fotográfica digital, • Alcohol etílico, • Lápiz, 	<ul style="list-style-type: none"> • GPS, • Cinta reflectiva, • Bolsas Plásticas de 100 lb., • Papel periódico, • Marcadores con tinta indeleble, • Papel periódico, • Lazo para amarre y • Binoculares.
Método	
<p>Con la ayuda de una cinta métrica se delimitó una parcela de un décimo de hectárea (20 x 50 m)^{6 y 7} en cada área de muestreo. Para cada parcela se identificaron y recolectaron todas las especies del estrato arbóreo, en 2 esquinas opuestas se ubicaron sub-parcelas (2 x 5 m) con el objetivo de evaluar el estrato arbustivo, y una parcela en cada esquina (1 x 1 m), para la evaluación el estrato herbáceo. Para completar el estudio de la flora se realizó una inspección visual de las especies dominantes en las áreas del proyecto que serán potencialmente utilizadas para la construcción de las instalaciones del Proyecto Minero El Escobal. Los sitios donde se realizó la inspección fueron: Los portales, Depósito de Colas y la Carretera de entrada al Proyecto. Todas las plantas recolectadas fueron herborizadas</p>	

⁶ Aymar G. y N. Cuello. 1995. PHI 0.1 Hectare methodology, A method for rapid assessment of wild plant diversity. Borrador. Biodiversity Measuring and Monitoring III. International Course, CRC

⁷ Stohlgren, T.J., M.B. Falkner, y L. D. Schell. 1995. A modified-Whittaker nested vegetation sampling method. Vegetatio 117:113-121.

Listado de Flora Silvestre	
<p>siguiendo procedimientos estándar de herbario. Como medida de prevención las muestras se preservaron en alcohol etílico para evitar el crecimiento de hongos en las muestras. Todos los datos fueron anotados en boletas de campo. Las muestras recolectadas fueron depositadas dentro de hojas de papel periódico, apiladas una encima de otra dentro de bolsas plásticas (Fotografía 9.4). Al finalizar el trabajo de campo, las muestras fueron trasladadas al Herbario USCG-CECON de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) donde fueron sometidas al proceso de cuarentena. Posteriormente, se determinaron taxonómicamente; con apoyo de equipo y literatura especializada^{8,9,10,11} (Fotografía 9.5). Se definió el status de conservación de las especies colectadas, con base a la Lista de Especies Amenazadas (LEA) del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP)¹², y al listado de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestre en Peligro (CITES)¹³.</p>	
<p>Análisis de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Composición, riqueza y diversidad de especies. 	
 <p>Herborización</p> <p>Prensado</p> <p>Secado</p>	
<p>Fotografía 9.4 Herborización de plantas</p>	<p>Fotografía 9.5 Equipo utilizado para la identificación de flora</p>

Resultados del Análisis de la cobertura Vegetal (1:10,000)

Se determinó la cobertura de las seis clases resultantes en el análisis, donde la clase con mayor cobertura en el área fueron los cultivos y las asociaciones silvopastoriles (268.71 Ha), seguido de áreas con cobertura boscosa (52.65 Ha). En conjunto estas dos categorías representan el 97% de la cobertura total del área, por lo que el porcentaje del resto de clases es bajo. A continuación, se presentan los porcentajes de cobertura por cada una de las clases analizadas.

⁸ Gerrit David, Mario Sousa S., Sandra Knapp, eds. 1995. FLORA MESOAMERICANA Vol. 1. Psilotaceae a Salviniaceae IBUNAM, Missouri Botanical Garden y The Natural History Museum (London), 1995, 470 pp.
⁹ Missouri Botanical Garden Home Page. Enero, 2011: <http://www.tropicos.org/>
¹⁰ Standley, Paul y Julian Steyermark. 1952. Flora of Guatemala Fieldiana: Botany volume 24, Part I-XII. Chicago Natural History Museum. Chicago EEUU. 432pp.
¹¹ Stevens, W. D., C. Ulloa, A. Pool y O. M. Montiel (eds.), 2001. Flora de Nicaragua. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden. 85, I – III.
¹² CONAP, 2009. Lista de especies amenazadas de Guatemala –LEA- y Listado de especies de Flora y Fauna Silvestres CITES de Guatemala, documento técnico 67 (02-2009). Guatemala.
¹³ CITES disponible en: <http://www.cites.org>

Cuadro 9.6 Cobertura vegetal en el área del Proyecto Minero, El Escobal, 2011

Tipo	Hectáreas
Bosque	52.65
Caminos, Suelo Desnudo	1.08
Carretera Asfaltada	0.84
Construcciones, Invernaderos	3.87
Cultivos, Asociación Silvopastoril	268.71
Sombra	0.85
Total	328.00

Listado de Flora Silvestre

Un total de 841 registros fueron obtenidos entre individuos recolectados en campo y analizados en el laboratorio como resultado de muestreos sistemáticos y aleatorios¹⁴. Se identificaron 116 especies (se incluyen 44 morfoespecies de diferentes estratos, las cuales no pudieron ser identificadas debido a la carencia de estructuras reproductivas). La vegetación registrada es típica de los bosques de Pino-Encino, observándose en algunas áreas la presencia de especies generalistas. Las especies generalistas son típicas de áreas intervenidas como el helecho *Pteridium caudatum* (L.) Maxon, comúnmente llamado “chispa” y “guamiles”. Las familias más abundantes fueron: Asteraceae, Fagaceae, Fabaceae, Poaceae y Rubiaceae. A continuación en el Cuadro 9.7 se presenta el listado general de especies identificadas.

Cuadro 9.7 Especies de plantas identificadas en el AP y AID del Proyecto, Minero El Escobal, 2011

Familia	Especie	Estrato
Acanthaceae	Indeterminada I	H
	Indeterminada II	H
	<i>Tetramerium nervosum</i> Nees	H
Agavaceae	<i>Agave</i> sp.	H
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> sp.	H
Anacardiaceae	<i>Rhus terebinthifolia</i> Schlttdl. & Cham.	Ar
Annonaceae	<i>Annona cherimola</i> Mill.	A
	<i>Annona</i> sp.	A
	Indeterminada	A
Apocynaceae	Indeterminada	A
Asclepiadaceae	<i>Gonolobus</i> sp.	H
Asparagaceae	<i>Echeandia macrocarpa</i> Greenm.	H
	<i>Ageratum chortianum</i> Standl. & Steyerm.	H
Asteraceae	Asteraceae 1	H
	Asteraceae 10	H
	Asteraceae 11	Ar

¹⁴ Individuos que por su notoriedad, fueron colectados fuera de la parcela.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO ESCOBAL

Familia	Especie	Estrato
	Asteraceae 3	H
	Asteraceae 4	H
	Asteraceae 5	Ar
	Asteraceae 6	Ar
	Asteraceae 7	H
	Asteraceae 8	H
	Asteraceae 9	H
Asteraceae	<i>Dahlia coccinea</i> Cav.	H
	<i>Dyssodia montana</i> (Benth.) A. Gray	H
	<i>Eupatorium glaberrimum</i> DC.	Ar
	<i>Eupatorium</i> sp.	Ar
	<i>Hymenostephium cordatum</i> (Hook. & Arn.) S.F. Blake	H
	<i>Perymenium</i> sp.	Ar
	<i>Koanophyllon solidaginoides</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	H
	<i>Senecio deppeanus</i> Hemsl.	H
	<i>Senecio jurgensenii</i> Hemsl.	Ar
	<i>Vernonia argyropappa</i> H. Buek	H
	<i>Vernonia triflosculosa</i> Kunth	H
	<i>Wedelia</i> sp.	H
Begoniaceae	<i>Begonia crassicaulis</i> Lindl.	H
	Indeterminada	H
Betulaceae	<i>Alnus ferruginea</i> Kunth	A
	<i>Ostrya virginiana</i> var. <i>guatemalensis</i> (H.J.P. Winkl.) J.F. Macbr.	A
Bignoniaceae	Indeterminada	Ar
Boraginaceae	Indeterminada	Ar
Bromeliaceae	<i>Tillandsia ionantha</i> Planch.	E
	<i>Tillandsia pauciflora</i> Sessé & Moc.	E
	<i>Tillandsia schiedeana</i> Steud.	E
	<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	E
Burseraceae	<i>Bursera</i> sp.	A
Caesalpiniaceae	<i>Chamaecrista wilsonii</i> Britton & Rose	Ar
	Indeterminada	Ar
Campanulaceae	<i>Lobelia laxiflora</i> Kunth	H
Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i> DC.	A
Commelinaceae	<i>Commelina</i> sp. 1	H
	<i>Commelina</i> sp. 2	H
	<i>Commelina</i> sp. 3	H
	<i>Commelina</i> sp. 4	H
	<i>Tradescantia</i> sp.	H
Convolvulaceae	<i>Cuscuta jalapensis</i> Schltld.	H
	Indeterminada I	H
	<i>Ipomoea tiliacea</i> (Willd.) Choisy	H
Cyperaceae	<i>Carex polystachya</i> Sw. ex Wahlenb.	H
	<i>Carex</i> sp.	H
	Indeterminada	H
	<i>Scleria melaleuca</i> Rchb. ex Schltr. & Cham.	H
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium caudatum</i> (L.) Maxon	H
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea convolvulacea</i> Schltld. & Cham.	H
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Ar
Euphorbiaceae	<i>Acalypha firmula</i> Müll.Arg.	Ar
	<i>Acalypha</i> sp. 1	Ar
	<i>Acalypha</i> sp. 2	Ar
	<i>Euphorbia scabrella</i> Boiss.	Ar
	Indeterminada	H
Fabaceae	<i>Calliandra tetragona</i> (Willd.) Benth.	Ar
	<i>Canavalia bicarinata</i> Standl.	H
	<i>Crotalaria</i> sp.	Ar
	<i>Desmodium cajanifolium</i> (Kunth) DC.	H
	<i>Desmodium orbiculare</i> Schltld.	Ar

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO ESCOBAL

Familia	Especie	Estrato
	<i>Desmodium</i> sp.	H
	<i>Eriosema pulchellum</i> (Kunth) G. Don	H
	<i>Erythrina berteriana</i> Urb.	A
	<i>Galactia discolor</i> Donn. Sm.	H
	Indeterminada I	H
	Indeterminada II	Ar
	Indeterminada III	H
	<i>Phaseolus</i> sp.	H
	<i>Vigna</i> sp.	H
	<i>Vigna vexillata</i> (L.) A. Rich.	H
	<i>Quercus brachystachys</i> Benth.	A
Fagaceae	<i>Quercus crispifolia</i> Trel.	A
	<i>Quercus flagellifera</i> Trel.	A
	<i>Quercus oocarpa</i> Liebm.	A
	<i>Quercus peduncularis</i> Née	A
	<i>Quercus skinneri</i> Benth.	A
	<i>Quercus tristis</i> Liebm.	A
Garryaceae	Indeterminada	A
Lamiaceae	<i>Salvia polystachia</i> Cav.	H
Liliaceae	<i>Allium</i> sp.	H
	Indeterminada	H
Lythraceae	<i>Cuphea pinetorum</i> Benth.	H
	Indeterminada	H
Malpighiaceae	<i>Gaudichaudia albida</i> Schldl. & Cham.	H
	Indeterminada I	H
	Indeterminada II	H
Malvaceae	<i>Sida acuta</i> Burm. f.	H
	<i>Triumfetta speciosa</i> Seem.	Ar
Melastomataceae	<i>Clidemia</i> sp.	Ar
Melastomataceae	<i>Heterocentron subtriplinervium</i> (Link & Otto) A. Braun & C.D. Bouché	H
	Indeterminada I	H
	Indeterminada II	Ar
	<i>Acacia hindsii</i> Benth.	Ar
Mimosaceae	<i>Calliandra houstoniana</i> (Mill.) Standl.	Ar
	Indeterminada	A
	<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	H
	<i>Mimosa</i> sp.	H
Myrtaceae	<i>Psidium guianense</i> Pers.	A
Olacaceae	<i>Ximenia americana</i> L.	A
Onagraceae	<i>Fuchsia michoacanensis</i> Sessé & Moc.	Ar
Oxalidaceae	<i>Oxalis neaei</i> DC.	H
Papaveraceae	<i>Bocconia arborea</i> S. Watson	Ar
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	H
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schldl.	A
	<i>Chusquea</i> sp.	H
	<i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf	H
	<i>Ichnanthus nemorosus</i> (Sw.) Döll	H
Poaceae	Indeterminada I	H
	Indeterminada II	H
	Indeterminada III	H
	Indeterminada IV	H
	<i>Lasiacis procerrima</i> (Hack.) Hitchc.	H
	<i>Trisetum</i> sp.	H
	Indeterminada I	H
Polyodiaceae	<i>Pleopeltis angusta</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	E
Pricarniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	Ar
Pteridaceae	<i>Adiantum concinnum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	H
	<i>Adiantum raddianum</i> C. Presl	H
	<i>Adiantum</i> sp.	H

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO ESCOBAL

Familia	Especie	Estrato
	<i>Cheilanthes lerstenii</i> Mickel & Beitel	H
Ranunculaceae	<i>Clematis dioica</i> L.	H
Rhamnaceae	<i>Sageretia elegans</i> (Kunth) Brongn.	H
Rubiaceae	<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb.	H
	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey.	H
	Indeterminada I	Ar
	Indeterminada II	Ar
	Indeterminada III	Ar
	Indeterminada IV	Ar
Rubiaceae	<i>Rondeletia</i> sp.	Ar
Sapindaceae	<i>Cupania schippii</i> Standl.	A
Schizaeaceae	<i>Anemia guatemalensis</i> Maxon	H
Selaginellaceae	<i>Selaginella pallescens</i> var. <i>pallescens</i> (C. Presl) Spring	H
Solanaceae	<i>Solanum torvum</i> Sw.	Ar
Tiliaceae	<i>Heliocarpus</i> sp.	Ar
Urticaceae	Indeterminada	Ar
Verbenaceae	Indeterminada I	H
	Indeterminada II	H
	Indeterminada III	H
	<i>Lantana camara</i> L.	H
	<i>Lantana hispida</i> Kunth	H
	<i>Lippia substrigosa</i> Turcz.	Ar
Violaceae	<i>Viola guatemalensis</i> W. Becker	H
Vitaceae	Indeterminada	H

Estrato: A: arbóreo, Ar: arbustivo; H: herbáceo, E: epífito. Fuente: CTA, 2011.

En el Cuadro 9.8, se presentan los resultados obtenidos por estrato para cada parcela. La Parcela 2 fue el sitio con el mayor número de individuos del estrato arbóreo (en 2009), con un total de 17 especies; es importante mencionar que la Parcela 2 se encuentra ubicada dentro de un bosque en regeneración, por lo que la diversidad arbórea tiende a ser mayor, ya que este ensamble de vegetación, permite el crecimiento de forma natural de otras especies.

Cuadro 9.8 Riqueza de especies por parcela en el Proyecto Minero, El Escobal, 2011

Parcela de muestreo	Año de muestreo	Estrato			Total
		Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	
Parcela 1	2009	7	18	19	44
	2010	8	4	27	39
	2011	4	8	7	19
Parcela 2	2009	17	11	16	44
	2010	7	5	22	34
	2011	5	7	9	21
Parcela 3	2009	8	13	17	38
Parcela 4	2009	5	8	9	22
	2010	6	3	13	22
	2011	5	7	11	23
Parcela 5	2010	7	2	10	19
Parcela 5	2011	4	4	6	14

Parcela 3 únicamente muestreada en 2009; Parcela 5 muestreada a partir de 2010. Fuente: CTA, 2011.





En general las parcelas muestreadas presentan una proporción similar de especies por estrato, destaca la poca cantidad de especies de árboles, con excepción de la Parcela 2. Las parcelas 1, 3, 4 y 5 se ubicaban dentro de bosques de encino y pino-encino, en donde la diversidad de los mismos normalmente es baja. La baja abundancia y diversidad de árboles presente en algunas de las parcelas puede deberse también al potencial impacto por actividades humanas como la extracción de leña, a áreas con pendiente prologada y son poco profundas, por lo tanto, no permiten el establecimiento de formas de vida de gran tamaño. Todas las parcelas de muestreo se encontraban en lugares relativamente accesibles y en donde se pudo observar indicios de presencia humana, principalmente por los cultivos presentes en zonas aledañas.

Como complemento del estudio de flora del área del Proyecto Minero El Escobal se realizó una inspección visual de las especies que se encuentran en las áreas que podrían ser utilizadas en la construcción de las instalaciones del Proyecto.

La vegetación típica del área del proyecto se caracteriza por ser un bosque de pino-encino, sin embargo, debido a las actividades antropogénicas, se observa un cambio de uso del suelo por campos de cultivo principalmente de café, maíz y cebolla (Fotografía 9.6). El primero requiere de sombra para poder desarrollarse, por lo tanto utilizan especies arbóreas para la producir sombra y las especies comúnmente utilizadas para este fin son *Inga* sp., *Gravillea* sp., y *Quercus* spp., en algunas ocasiones.

En la delimitación de áreas de cultivo y potreros comúnmente se utilizan barreras de vegetación a estas barreras se le conoce como “cerco vivo” (Fotografía 9.7). Estos “cercos vivos” están constituidos principalmente árboles (frutales) y arbustos, donde las especies más utilizadas son: *Neocupressus lusitanica* (cipres), *Annona cherimola* (Anona), *Psidium* sp. (Guayabo), *Eucalyptus* sp. (Eucalipto), *Acacia hindsii*, *Nopalea* sp. (Cacto), *Acanthocereus tetragonus*, *Quercus* spp. (Encino), *Bocconia arborea*, *Erythrina berteroana* (palo de pito), *Ficus* sp., *Caesalpinaceae*, *Serjania* sp., *Inga* sp. (Cuje) y *Gliricidia* sp. (Madrecacao).

Fotografía 9.6 Cultivos en el área del Proyecto Minero El Escobal, 2011

Cultivos	
	
Cultivo de café con sombra proporcionada por la especie (<i>Inga</i> sp.)	
	
Cultivo de maíz	Cultivo de Cebolla







Fuente: CTA, 2011.

La vegetación actual incluye diversas asociaciones de especies también llamadas “guamil”, esta asociación se conforma por especies tanto colonizadoras como originales del área (Figura 9.8). El guamil observado en el área del proyecto consiste en dos tipos: arbóreo-arbustivo y matorral.

Arbóreo-arbustivo: Representa un estadio más avanzado de la regeneración vegetal y árboles que se encuentran como vegetación riparia. Las familias y especies encontradas en este tipo de vegetación son: *Quercus* sp. (Encino), *Q. penducularis* (encino amarillo), *Bocconia arborea*, *Inga* sp. (Cuje), *Annona cherimola* (anona), *Ficus* sp., *Erythrina berteroana* (palo de pito), *Ricinus communis* (ricino), *Acacia hindsii*, *Cordia* sp, Caesalpiniaceae, Urticaceae y Eupatorium sp.





Herbáceo: Principalmente dominado por especies colonizadoras, como las gramas (Poaceae). También se encuentran familias (Amaranthaceae) y especies como: *Argemone mexicana* (chicalote), *Salvia polystachya*, *Chenopodium ambrosoides* (apazote), *Vernonia* sp., *Eupatorium* sp. *Nopalea* sp (cactus) y *Acanthocereus tetragonus* (cactus) y *Lantana camara* (cinco negritos). Entre las herbáceas epifitas se encontraron a los helechos, los gallitos (*Tillandsia* spp.) y las orquídeas (*Cattleya aurantiaca*).

Figura 9.7 Barreras de vegetación en el área del Proyecto Minero El Escobal

Barreras de vegetación	
	
Bosque mixto	Árboles frutales
	
Árboles frutales	Ciprés (<i>Neocupressus lusitanica</i>)
	
Eucalipto (<i>Eucalyptus</i> sp.)	Árboles Mixtos

Fuente: CTA, 2011.

Figura 9.8 Guamil en el área del Proyecto Minero El Escobal, 2011

Guamil	
	
Vegetación riparia Quebrada El Escobal	Orquideas y helechos epifitos
	
Gramíneas	Gallitos (<i>Tillandsia</i> sp.)

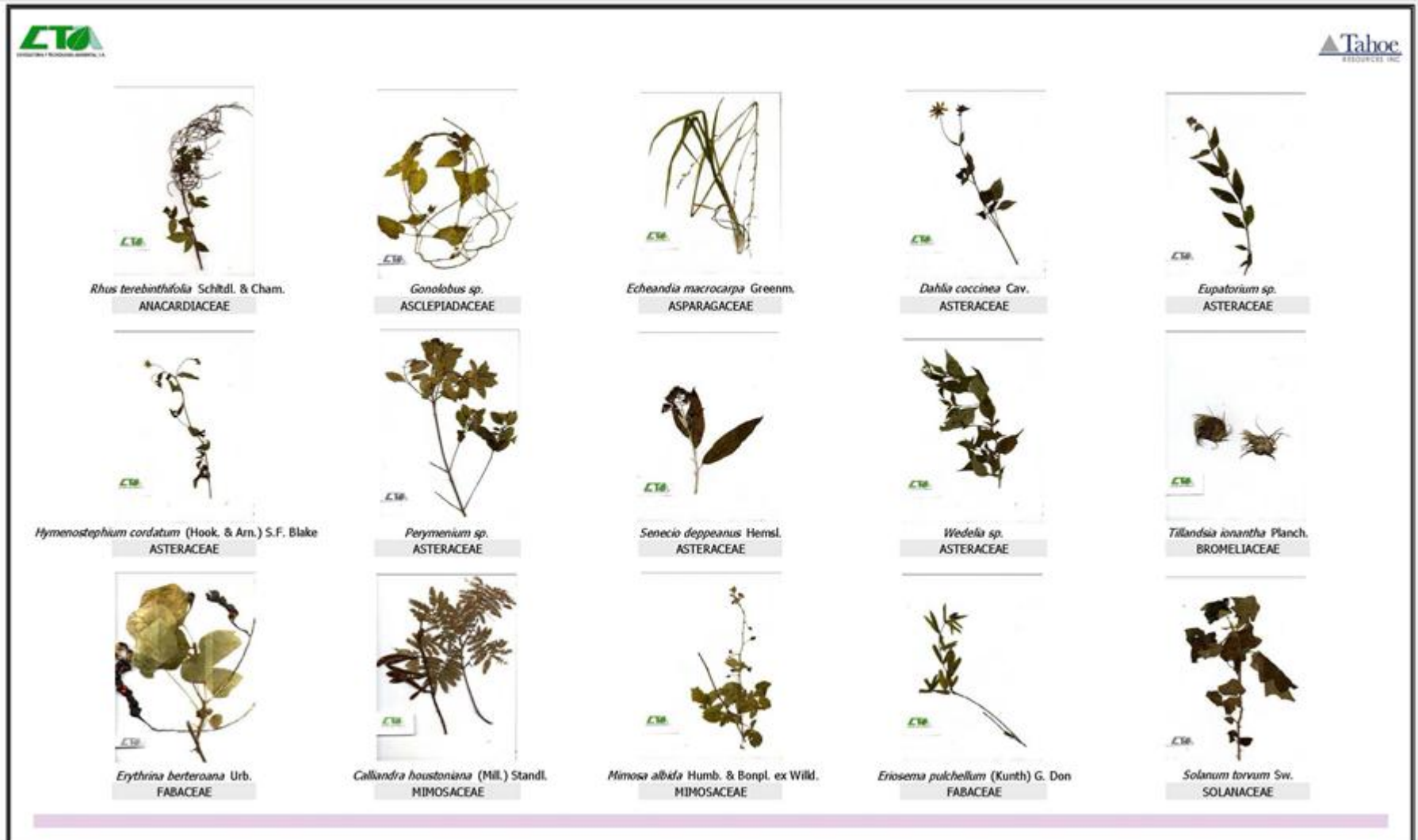
Fuente: CTA, 2011.

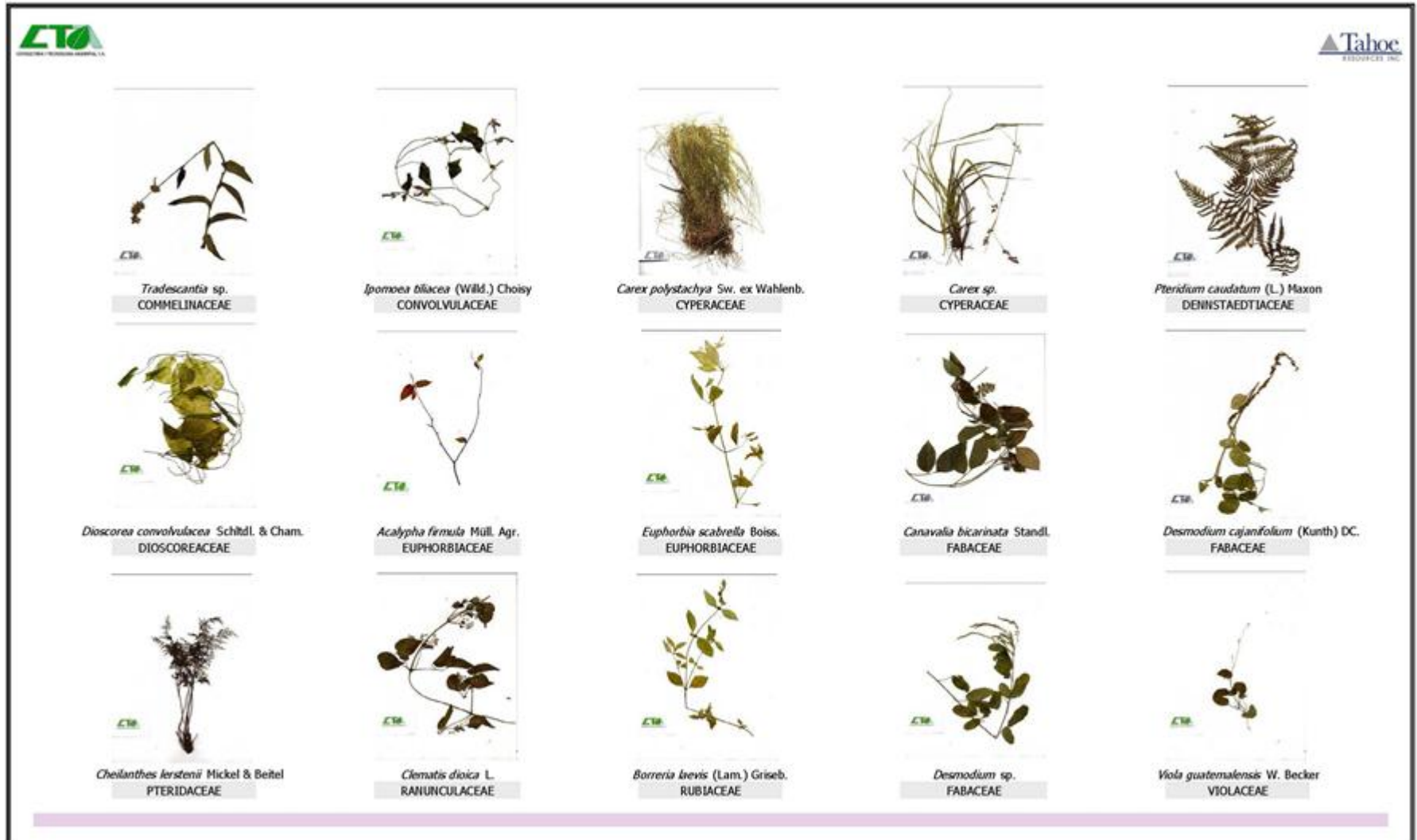
En la figura 9.2 se muestra la flora identificada en el área del proyecto.

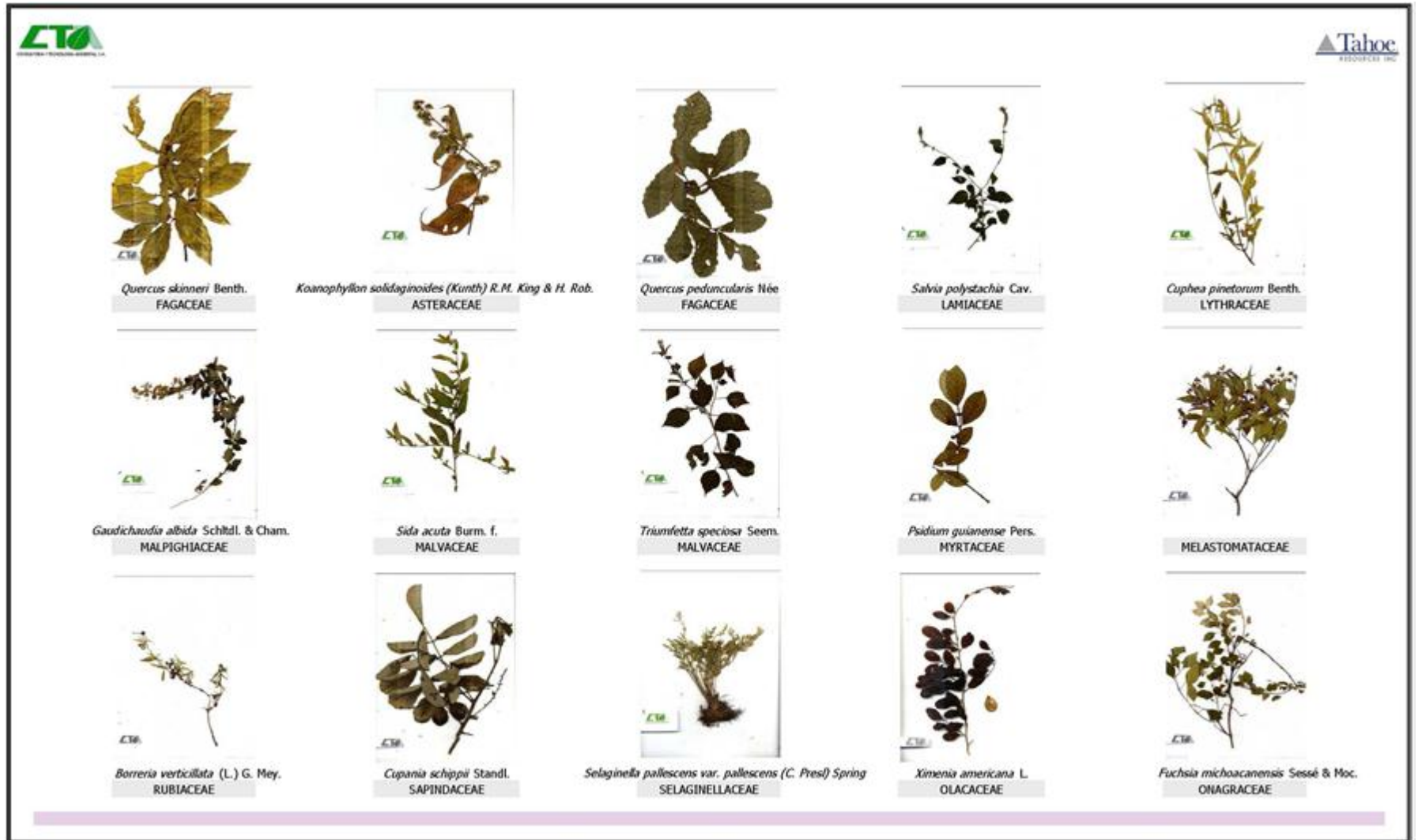
Flora Acuática

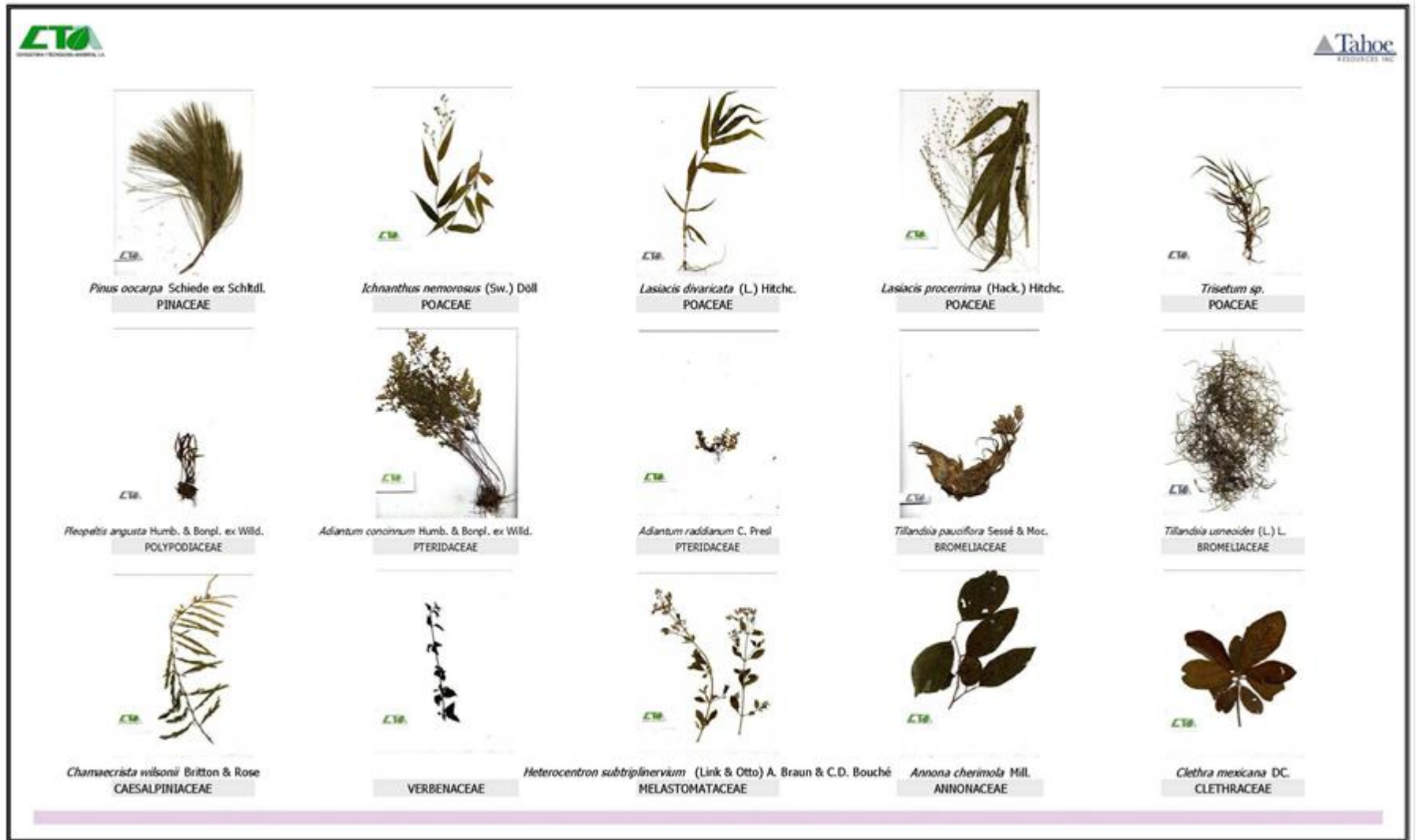
Los cuerpos de agua en el área consisten principalmente de ríos y riachuelos, muchos de los cuales son efímeros, debido a esto no se han registrado macrófitas en el AP y AID. La flora acuática presente, consiste principalmente de vegetación ribereña compuesta de herbáceas de las familias Cyperaceae, Onagraceae, Asteraceae, algunas briofitas y antoceros; además de algunas especies de árboles como los sauces (*Salix* sp.) y melastomatáceas.

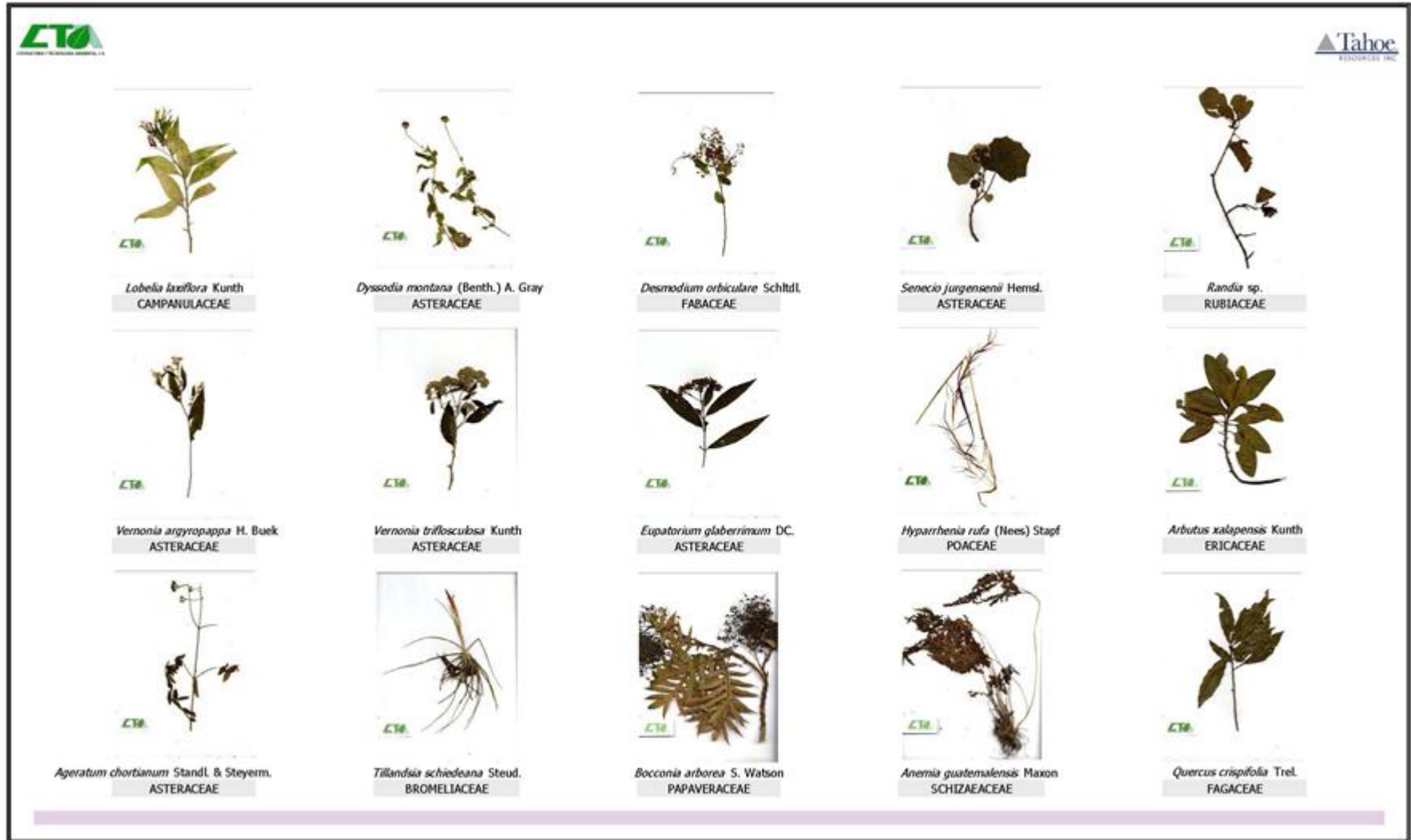
Figura 9.2 Flora Identificada en el Proyecto Minero El Escobal, 2011





















CTO **Tahoe**
CONSULTORES TÉCNICOS ORGANIZADOS S.A. **RESOURCES INC.**

Parcelas de Muestreo y su vegetación dominante

 <p><i>Lippia substrigosa</i> Turcz. VERBENACEAE</p>	 <p><i>Sageretia elegans</i> (Kunth) Brongn. RHAMNACEAE</p>	 <p>P1: Bosque dominado por el encino (<i>Quercus skineri</i>).</p>	 <p>P2: Bosque en regeneración dominado por varias especies.</p>
 <p><i>Acacia</i> sp. MIMOSACEAE</p>	 <p><i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm. PRICAMNIACEAE</p>	 <p>P4: Bosque dominado por pino (<i>Pinus oocarpa</i>) y varias especies de encino.</p>	 <p>P5: Bosque dominado por el encino (<i>Quercus peduncularis</i>).</p>
 <p><i>Ostrya virginiana</i> var. <i>guatemalensis</i> (H.J.P. Winkl.) J.F. Macbr. BETULACEAE</p>	 <p>GARRYACEAE</p>		

Importancia Ecológica y Económica

La vegetación original del área (bosque de pino-encino), es considerada de importancia ecológica, debido a que tiene la capacidad de albergar a especies de flora y fauna particulares de este ensamble de vegetación, además de contribuir con la recarga hídrica de la zona. Las asociaciones de pino-encino se caracterizan por presentar abundante epifitas principalmente de la familia Bromeliaceae (muchas de ellas endémicas y/o protegidas).

De las 116 especies de flora identificada en el área, 30 son consideradas importantes en diversos usos. A continuación en el Cuadro 9.9 se presenta un resumen de los usos reportados.

Cuadro 9.9 Usos de la flora registrada en el área del Proyecto, El Escobal, 2011

Familia	Especie	Usos					
		M	L	C	Me	Or	A
Anonaceae	<i>Annona cherimola</i> Mill.			X			X
Begoniaceae	<i>Begonia crassicaulis</i> Lindl.					X	
Betulaceae	<i>Alnus ferruginea</i> Kunth	X	X				
	<i>Ostrya virginiana</i> var. <i>guatemalensis</i> (H.J.P. Winkl.) J.F. Macbr.	X	X				
Bromeliaceae	<i>Tillandsia pauciflora</i> Sessé & Moc.					X	
	<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.					X	X
	<i>Tillandsia schiedeana</i> Steud.					x	
Burseraceae	<i>Bursera</i> spp.		X		X		
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	X	X		X		
Euphorbiaceae	<i>Acalypha firmula</i> Müll.Arg.				X		
	<i>Acalypha</i> sp.				X		
Fabaceae	<i>Erythrina berteriana</i> Urb.		X	X			X
	<i>Inga</i> spp.		X	X			
	<i>Phaseolus</i> spp.			X	X		
Fagaceae	<i>Quercus brachystachys</i> Benth.		X				X
	<i>Quercus crispifolia</i> Trel.		x				x
	<i>Quercus flagellifera</i> Trel.		X				X
	<i>Quercus oocarpa</i> Liebm.		X				X
	<i>Quercus peduncularis</i> Née		X				X
	<i>Quercus skinneri</i> Benth.		X				X
	<i>Quercus tristis</i> Liebm.		X				X
Liliaceae	<i>Allium</i> spp.			X			
Mimosaceae	<i>Calliandra houstoniana</i> (Mill.) Standl.					X	
Myrtaceae	<i>Psidium guianense</i> Pers.			X	X		
Olacaceae	<i>Ximenia americana</i> L.						
Onagraceae	<i>Fuchsia michoacanensis</i> Sessé & Moc.					X	
Oxalidaceae	<i>Oxalis neaei</i> DC.					X	
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> spp.			X		X	
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schltdl.	X	X				X
Verbenaceae	<i>Lantana hispida</i> Kunth				X		

Usos con base a registros en literatura especializada 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23; M=Maderable; L=Leña; C=Comestible; Me=Medicinal; Or=Ornamental; A=Artesanal. Fuente: CTA, 2011.

9.1.1 Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción

El grado de conservación de 13 de las especies registradas está incluido en la Lista de Especies Amenazadas (LEA) de CONAP¹⁵ pero ninguna se reporta dentro de la lista de especies de flora de la Convención Internacional para el Comercio de Especies Amenazadas¹⁶ (CITES, por sus siglas en inglés). Las especies protegidas se encuentran dentro de las familias: Begoniaceae, Bromeliaceae, Dioscoreaceae, Fagaceae y Poaceae y en el Cuadro 9.10 se muestra el listado de especies protegidas.

Cuadro 9.10 Estatus de conservación de las especies de flora Proyecto Minero, El Escobal, 2011

Familia	Especie	Parcela	CONAP	CITES
Begoniaceae	<i>Begonia crassicaulis</i> Lindl.	2	2	-
Bromeliaceae	<i>Tillandsia ionantha</i> Planch.	1	3	-
	<i>Tillandsia pauciflora</i> Sessé & Moc.	2	3	-
	<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	1	3	-
	<i>Tillandsia schiedeana</i> Steud.	5	3	-
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea convolvulacea</i> Schlttdl. & Cham.	2	3	-
Fagaceae	<i>Quercus brachystachys</i> Benth.	3	3	-
	<i>Quercus crispifolia</i> Trel.	2,4	2	-
	<i>Quercus flagellifera</i> Trel.	1,4	2	-
	<i>Quercus peduncularis</i> Née	1,2,5	3	-
	<i>Quercus skinneri</i> Benth.	1,2,4,5	3	-
	<i>Quercus tristis</i> Liebm.	1,4	3	-
Poaceae	<i>Ichnanthus nemorosus</i> (Sw.) Döll	1,2,3	3	-

CONAP: Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 1, 2 y 3: Categorías (2009). CITES: Convención en el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestre en Peligro. I: Apéndice I de CITES. II: Apéndice II de CITES. III: Apéndice III de CITES. Fuente: CTA, 2011.

9.1.2 Especies indicadoras

Con base en los resultados del muestreo realizado se determinó que existen 13 especies de plantas en el listado de especies amenazadas de CONAP y los listados de especies silvestres de flora de la CITES. Estas especies que se encuentran amenazados pueden ser utilizadas como indicadores biológicos para futuros estudios en el área.

¹⁵ Op. cit. CONAP. 2009

¹⁶ Op. cit. CITES

El monitoreo de estas especies permitirá estimar la respuesta a cambios ambientales o interacciones entre especies permitiendo evaluar el impacto generado por una perturbación determinada¹⁷. En el Cuadro 9.11 se presentan las especies consideradas de importancia para cada grupo estudiado.

Cuadro 9.11 Especies protegidas encontradas en el proyecto El Escobal, 2011

Grupo estudiado	Especies de importancia	Nombre Común	Ubicación	
			Cuenca 1	Cuenca 2
Flora	<i>Begonia crassicaulis</i> Lindl.	Begonia	x	
	<i>Tillandsia ionantha</i> Planch.	Gallito	X	
	<i>Tillandsia pauciflora</i> Sessé & Moc.	Gallito	X	
	<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	Gallito	X	
	<i>Tillandsia schiedeana</i> Steud.	Gallito		x
	<i>Dioscorea convolvulacea</i> Schldtl. & Cham.	Ñame	X	
	<i>Quercus brachystachys</i> Benth.	Encino		x
	<i>Quercus crispifolia</i> Trel.	Encino	X	x
	<i>Quercus peduncularis</i> Née	Encino	X	x
	<i>Quercus skinneri</i> Benth.	Encino	X	
	<i>Quercus flagellifera</i> Trel.	Encino	X	x
	<i>Quercus tristis</i> Liebm.	Encino	X	x
<i>Ichnanthus nemorosus</i> (Sw.) Döll	Gramma	X		

Fuente: CTA, 2011.

9.2 Fauna

En el presente acápite se describen los métodos utilizados para la toma de datos para cada uno de los grupos evaluados, así como el procesamiento en laboratorio, identificación de individuos y el análisis de la información.


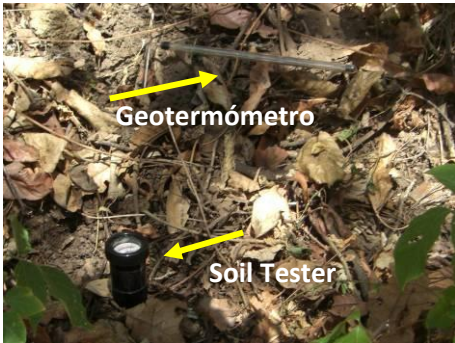
Las estaciones de muestreo se ubicaron según los criterios descritos en el Cuadro 9.4 y Figura 9.1. anteriores.

¹⁷ Halffter, G; Favila, M.E; Halffter, V. 1992. A comparative study of the structure of the scarab guild in mexican tropical rain forest and derived ecosystems. Folia Entomológica Mexicana, 84: 131-156.

Materiales y Equipo



En el Cuadro 9.12 se los describen materiales y métodos utilizados en el muestreo de la línea base de fauna.

Cuadro 9.12 Materiales y métodos utilizados en el muestreo de fauna, El Escobal 2011

Nematodos y Parámetros fisicoquímicos del suelo	
Materiales	
<ul style="list-style-type: none"> • Palas de mano, • Cubetas metálicas, • Bolsas plásticas, • Hielera, • Bolsas plásticas de 100 lb., • Boletas de campo, 	<ul style="list-style-type: none"> • Marcador permanente, • Cámara fotográfica digital, • Geotermómetro, • D-5 Soil Tester y • Minikit200 Soil Augers.
<p>En cada parcela (20 x 50 m) se tomó una muestra de suelo para analizar parámetros físico-químicos y una muestra de suelo para el estudio de nematodos (Fotografía 9.9). Cada muestra de suelo para el análisis de nematodos y análisis fisicoquímico fue el resultado de integrar 10 sub-muestras, las cuales se tomaron haciendo recorridos en zig-zag al azar a lo largo de la parcela. Adicionalmente, en cada parcela muestreada se tomaron parámetros <i>in situ</i> de suelo (Fotografía 9.10). Para el análisis de nematodos, todas las muestras debidamente identificadas se enviaron al laboratorio, donde se determinaron los géneros de nematodos presentes y la abundancia relativa de los mismos. Para el análisis de parámetros fisicoquímicos, todas las muestras debidamente identificadas se enviaron al laboratorio en donde se realizó un análisis completo del suelo y de macro-elementos^{18,19}</p>	
Análisis de datos	
<ul style="list-style-type: none"> • Riqueza y abundancia relativa. 	
	
<p>Fotografía 9.9 Toma de muestras de suelo con apoyo de empleados de MSR.</p>	<p>Fotografía 9.10 Equipo para medición <i>in situ</i> de parámetro de suelo</p>



¹⁸ Metodología en base a: Methods of Soil Analysis part 3, Chemical Methods.

¹⁹ Soil pH (1:2). Soil: Water Radio Method. Basado en: Western States Laboratory Proficiency Testing program Soil and Plant Analytical Methods. Versión 4.10.1998

Aves	
Materiales	
<ul style="list-style-type: none"> • Binoculares, • Guías para identificación en campo, • Boleta de campo, • GPS, 	<ul style="list-style-type: none"> • Marcadores con tinta indeleble, • Reloj y • Cámara digital.
Método	
<p>Se recorrieron transectos de 1,000 m con 10 puntos de conteo en cada uno, anotando todas las identificaciones visuales y auditivas (Fotografía 9.11). Los conteos se realizaron mediante el método de puntos de conteo para determinar la abundancia relativa de las aves. El método incluyó el conteo de aves de las diferentes especies, que se detectaron visual o auditivamente en un área determinada alrededor de un punto fijo en un tiempo específico²⁰; además se incluyeron las aves de paso y las especies que se registraron vocalizando en cada punto. Los puntos de observación estuvieron separados 100 m entre sí y colocados en línea recta, por lo que se abarcó un kilómetro. Las observaciones se realizaron con el apoyo de binoculares y guías de campo²¹.</p>	
Análisis de datos	
<ul style="list-style-type: none"> • Riqueza y • Abundancia relativa 	
	
<p>Fotografía 9.11 Conteo e identificación de aves</p>	





²⁰ Ralph, C. Geupel, G. Pyle, P. Martin, T. De Sante, D. Milá, B. 1996. Manual de Métodos de Campo para el Monitoreo de Aves Terrestres. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. 44 pp.

²¹ Howell, S.N.G. and Webb, S. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press Inc. New York, E.U.A.

Anfibios y reptiles	
Materiales	
<ul style="list-style-type: none"> • Bolsas plásticas de 25 lb. • Ganchos herpetológicos, • Sacos de manta, • Frascos plásticos de 1 L de capacidad, • Alcohol etílico, • Formol al 80%, • Equipo de disección, 	<ul style="list-style-type: none"> • Jeringas y agujas hipodérmicas, • Baterías alcalinas, • Cámara digital, • Libreta de campo, • Linternas de cabeza y de mano, y • GPS.
Método	
<p>Se realizaron caminatas diurnas y nocturnas en transectos (Fotografía 9.12), ubicados preferencialmente en las áreas de estudio, para la revisión de los microhábitats idóneos para la herpetofauna (hojarasca, cuevas en paredones, vegetación, debajo de rocas, charcas, troncos y árboles, humus y paredones rocosos). Todos los individuos observados fueron colectados y sacrificados con anestesia local, previa a obtener muestras de extracto de tejido de hígado. Posteriormente fueron preservados (Fotografía 9.13), para su posterior determinación taxonómica mediante literatura especializada^{22,23}</p>	
Análisis de datos	
<ul style="list-style-type: none"> • Riqueza, • Abundancia relativa. 	
	
Fotografía 9.12 Herpetofauna capturada en campo	Fotografía 9.13 Herpetofauna preservada en campo

²² Campbell, J.A. y J.P. Vannini. 1989. Distribution of Amphibians and Reptiles in Guatemala and Belice. Western Foundation of Vertebrate Zoology. EEUU.

²³ Lee, Julian C. 2000. Amphibians and Reptiles of the Maya World. Cornell University. EEUU. 402 pp.

Mamíferos	
Materiales	
<ul style="list-style-type: none"> • Binoculares, • Guías para identificación de campo, • Atrayente olfativo (Banano fermentado), • Trampas Sherman, • Trampas Tomahawk, • Guantes de cuero, 	<ul style="list-style-type: none"> • Pala pequeña plástica, • Cámara digital, • Libreta de campo, • Linternas de cabeza y de mano, • GPS y • Vernier.
Métodos	
<p>Se realizaron cuatro diferentes métodos: 1) Recorridos para la observación directa e indirecta de mamíferos (localización de huellas, cuevas, sumideros, echaderos, comedores, etc.); 2) Colocación de trampas para registro de huellas: en donde se localizaron áreas adecuadas; 3) Colocación de trampas para mamíferos pequeños: se emplearon trampas tipo Tomahawk (Fotografía 9.14) y tipo Sherman a lo largo de los transectos de observación, utilizando atrayente olfativo (Fotografía 9.15). A cada individuo colectado se determinó sexo y características morfológicas como el tamaño de la pata trasera, pabellón auricular, largo de cola y cuerpo (Fotografía 9.16), los cuales son caracteres distintivos utilizados para su identificación taxonómica mediante literatura especializada^{24,25}. En la Fotografía 9.17 se observa la preparación los individuos capturados para su traslado al laboratorio; y 4) Entrevistas con las personas locales para corroborar observaciones directas e indirectas en el área.</p>	
Análisis de datos	
<ul style="list-style-type: none"> • Riqueza y Abundancia relativa. 	
	
Fotografía 9.14 Trampas tipo Tomahawk	Fotografía 9.15 Colocación de atrayente olfativo en trampa tipo Sherman
	
Fotografía 9.16 Medición de roedores	Fotografía 9.17 Preparación de roedores

²⁴ Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, México. 212 pp.

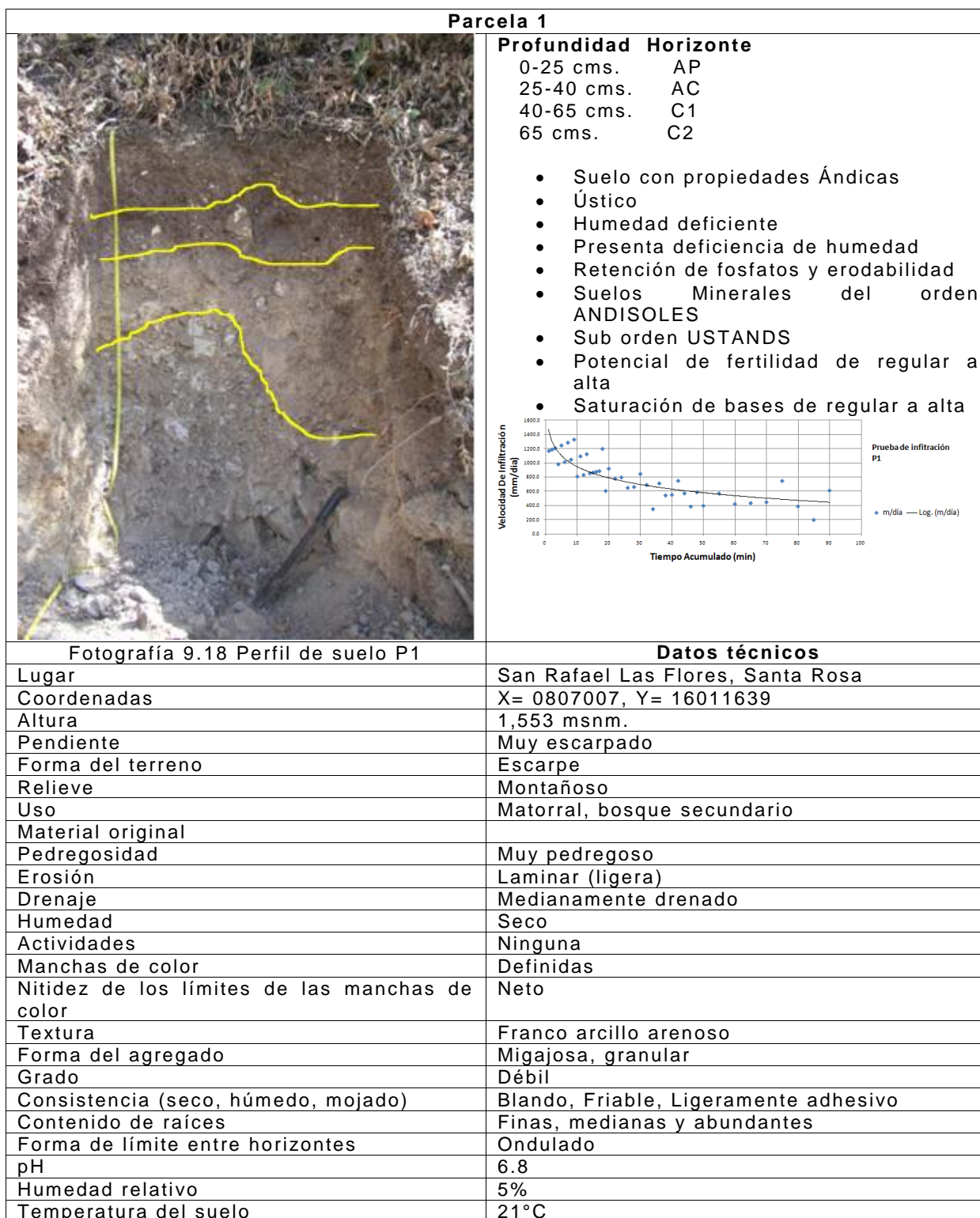
²⁵ Reid, F. 1997. A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press. United States of America. 334 pp.

Resultados de Suelos

El AP se localiza dentro de la región fisiográfica de Tierras Altas Volcánicas en las Montañas Volcánicas del Centro del País. Se caracteriza por la presencia de rocas como andesitas y basaltos en su mayor parte, el material geológico predominante son rocas volcánicas, materiales aluviales y ceniza volcánica. La geología de los suelos presenta rellenos y cubiertas de cenizas pómez de origen diverso del periodo Cuaternario con rocas ígneas y metamórficas en las partes bajas y en las partes bajas del área del AP hay presencia de rocas volcánicas sin dividir con predominante Mioplioceno y sedimentos volcánicos del Terciario con rocas ígneas y metamórficas. Con base a las características del suelo, se considera que éste es apto para el desarrollo de organismos como nematodos y artrópodos estos organismos reflejan la salud del suelo y permiten establecer bases para el manejo adecuado del suelo durante las fases de cierre del Proyecto.


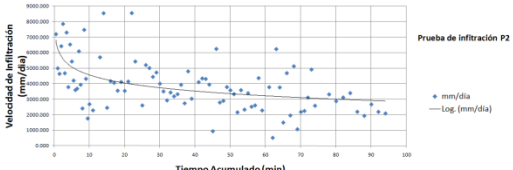
Horizontes: En las siguientes figuras se presenta una descripción general de los suelos en los sitios de monitoreo biológico. En el Plan de Manejo de la Biodiversidad descrito en el capítulo 13, se presentan las actividades relacionadas al manejo de suelo que permitirán minimizar los impactos del Proyecto, sobre los organismos y salud del suelo.

Figura 9.3 Descripción general del suelo en la Parcela 1 del Proyecto Minero El Escobal, 2011



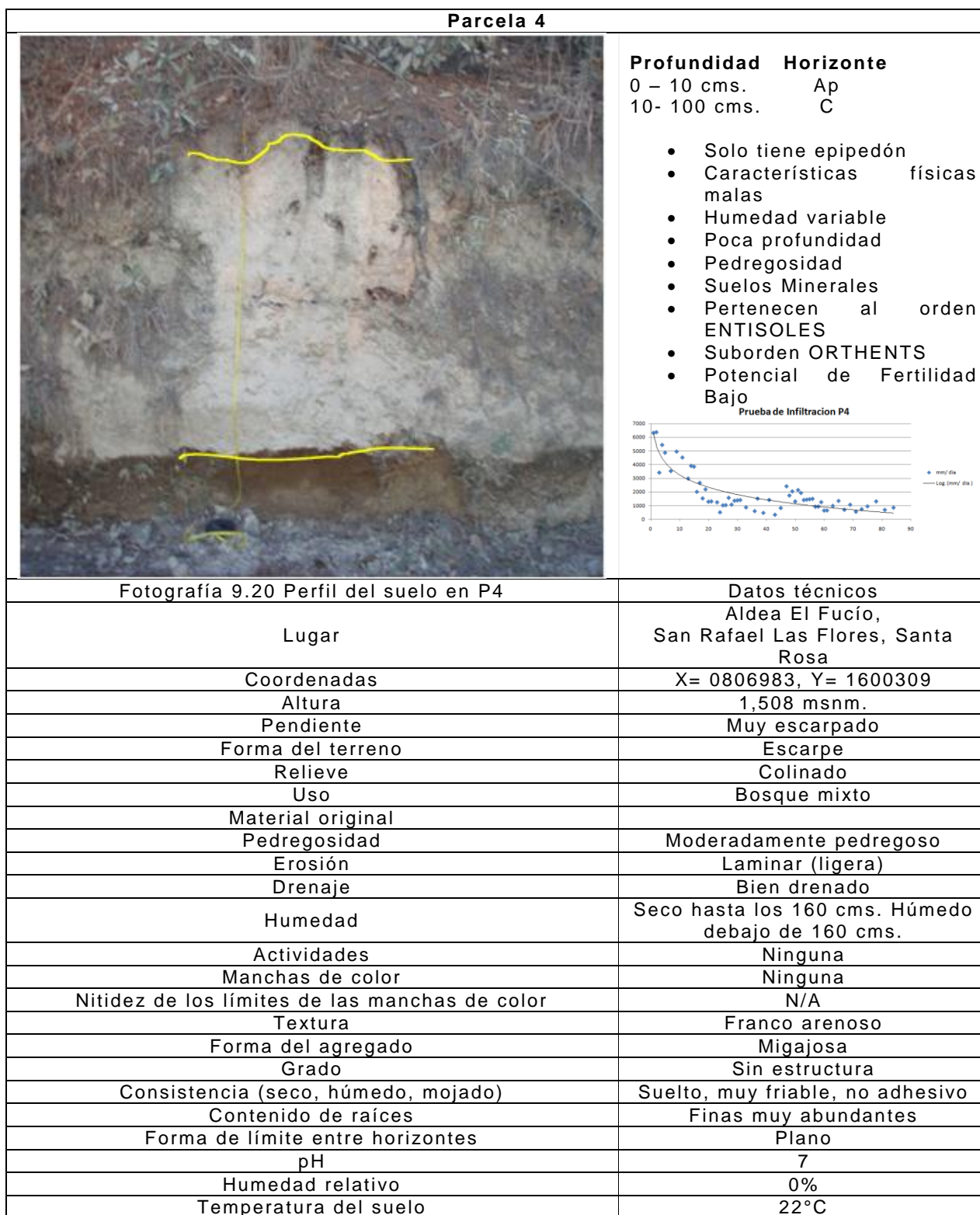
Fuente: CTA, 2011.

Figura 9.4 Descripción general del suelo en la Parcela 2 del Proyecto Minero El Escobal, 2011

Parcela 2	
	<p>Profundidad Horizonte</p> <p>0-22 cms. AP</p> <p>22-36 cms. A2</p> <p>36-65 cms. A3</p> <p>65-150 cms. C</p> <ul style="list-style-type: none"> • Con propiedades Cáblicas, Ústico • Humedad deficiente • Suelos Minerales • Pertenecen al orden INCEPTISOL • Suborden USTEPS • Potencial de fertilidad medio
	
Fotografía 9.19 Perfil del suelo en P2	Saturación de bases de regular
Datos técnicos	
Lugar	San Rafael Las Flores, Santa Rosa
Coordenadas	X= 0806242, Y= 1601593
Altura	1,450 msnm.
Pendiente	Muy escarpado
Forma del terreno	Escarpe
Relieve	Montañoso
Uso	Matorral, bosque secundario
Material original	
Pedregosidad	Muy pedregoso
Erosión	Laminar (ligera)
Drenaje	Imperfectamente drenado
Humedad	Seco
Actividades	Ninguna
Manchas de color	Definidas
Nitidez de los límites de las manchas de color	Neto
Textura	Franco arcillo arenoso
Forma del agregado	Granular
Grado	Débil
Consistencia (seco, húmedo, mojado)	Blando, Friable, adhesivo
Contenido de raíces	Finas, medianas y abundantes
Forma de límite entre horizontes	Ondulado
pH	7.1
Humedad relativo	0%
Temperatura del suelo	26°C

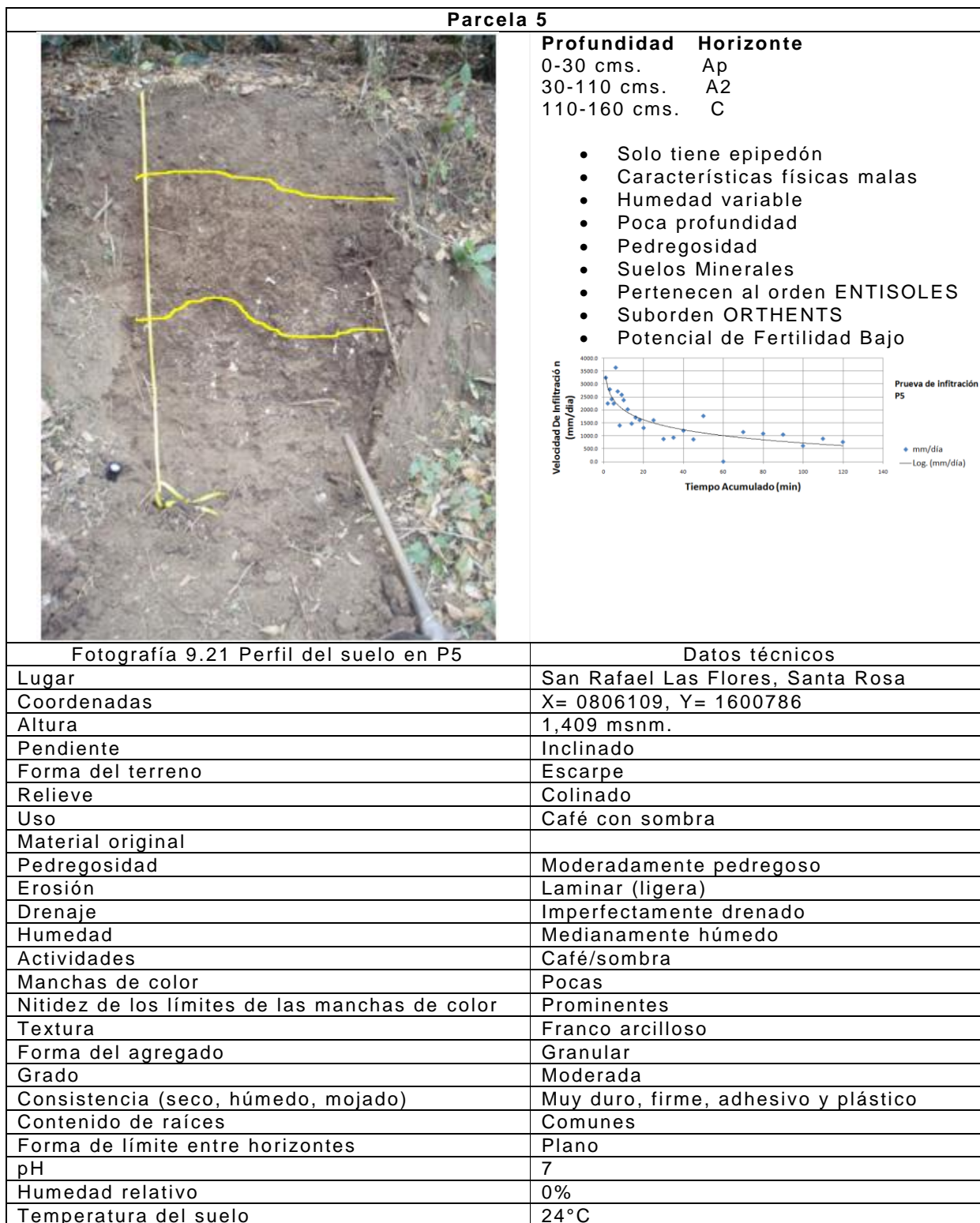
Fuente: CTA, 2011.

Figura 9.5 Descripción general del suelo en la Parcela 4 del Proyecto Minero El Escobal, 2011



Fuente: CTA, 2011.

Figura 9.6 Descripción general del suelo en la Parcela 5 del Proyecto Minero El Escobal, 2011



Fuente: CTA, 2011.

Nematodos

Un total de 8 géneros de nematodos se registraron en el área, donde la parcela P1 presentó la mayor riqueza de géneros (7), seguida por la parcela P5 (6), la P2 (5) y finalmente por la parcela 4, la cual presentó el valor más bajo en riqueza (3). Los resultados se muestran en el Cuadro 9.13 e incluye los muestreos de 2009 (junio) y 2010 (junio y octubre) únicamente hasta el momento los datos de la ES-2011 se encuentran aún en proceso de identificación por lo que no se incluyen en este reporte.

De los ocho géneros identificados para el área, el género *Rhabditis* sp., fue el más abundante con un total de 1,660 individuos, lo que representa el 46% de la abundancia. Los nematodos del género *Rhabditis* sp., son los únicos nematodos de vida libre registrados en el AP, y están considerados como un depredador que se alimenta de una gran variedad de hongos y bacterias fitopatógenas presentes en el suelo, además de ser importantes dentro del campo agrícola al degradar la materia orgánica²⁶.

El segundo género más abundante fue *Aphelenchus* sp., con el 21% de la abundancia encontrada en el AP. Este género es un fitoparásito²⁷ que se encuentra en el suelo, y como parte de su ciclo de vida ingresa a la planta (endoparásito) para invadir las yemas florales, vegetativas o bien ambas, ocasionando deformaciones que inhiben la fecundación de la planta, por la destrucción de sus partes florales. Otros géneros fitoparásitos encontrados en el AP fueron: *Criconemella* sp., *Dorylaimus* sp., *Helicotylenchus* sp., *Paratrichodorus* sp., y *Tylenchus* sp. (Fotografía 9.22). Es importante recalcar que la presencia de estos parásitos puede llegar a producir una disminución en la producción de cosechas o afectar cualquier población vegetal²⁸.

Finalmente el género *Mononchus* sp., fue el único género encontrado en el AP considerado como depredador exclusivo, esto significa que se alimenta de otros animales como: protistas, rotíferos y otros nematodos.

²⁶ Cepeda, M. S. 1996. Hematología Agrícola. Editorial Trillas. México. 301 pp.

²⁷ Fitoparásito: organismo que invade plantas y se alimenta de sus tejidos.

²⁸ Navas, A. 1988. Los Nematodos fitoparásitos invaden las plantas y se alimentan de sus tejidos. CSIC Madrid. España.

Herpetofauna

En total se registraron 78 individuos, correspondientes a 7 familias y 13 especies (Cuadro 9.13). La especie más abundante fue la rana *Ptychohyla euthysanota*, de la cual se recolectaron 22 individuos. Los anfibios representaron el 88% de los registros, este grupo está sujeto a un alto nivel de amenaza debido al constante cambio en el uso de suelo y a la contaminación. Los anfibios están asociados a elevados niveles de humedad; además su capacidad para respirar por la piel, los hace vulnerables a cualquier toxina o contaminante disuelto en el agua. Dentro de las especies más importantes se encuentran algunas especies de ranas como *Plectrohyla guatemalensis* y *Ptychohyla euthysanota* (Fotografía 9.23), las cuales presentan una distribución restringida a Mesoamérica. Estas ranas habitan principalmente en quebradas de aguas frías y bien oxigenadas que descienden de las montañas. Otras especies importantes son: el “sapito” *Incilius ibarraei* la cual es endémica de Guatemala; la rana *Lithobates maculatus*, abundante la Cuenca 2 (17 individuos); el sapo *Rhinella marina* presente en ambas cuencas.

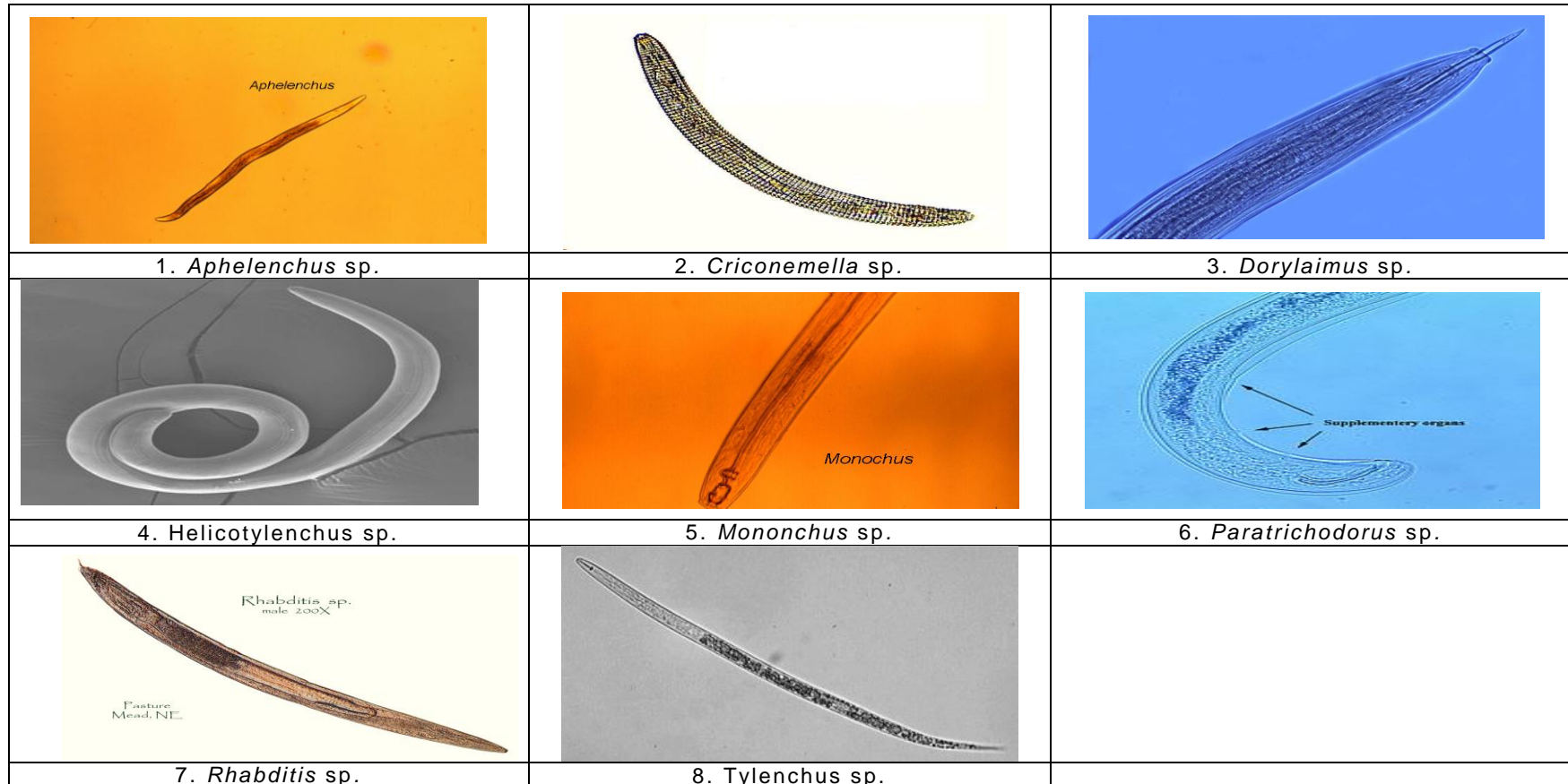
Dentro del grupo de los reptiles se encontraron tanto serpientes como lagartijas. Las especies de serpientes fueron *Geophis nasalis* comúnmente conocida como “culebra minera del café” y *Stenorrhina freminvillei* o “culebra alacranera”. En el caso de las lagartijas, se registraron dos especies: *Sceloporus smaragdinus* y *Sceloporus acanthinus*, ambas de actividad diurna.

Cuadro 9.13 Riqueza y abundancia de nematodos Proyecto El Escobal, 2011.

Parcela y fecha de muestreo		Géneros							
		<u><i>Aphelenchus</i></u> sp.	<i>Criconemella</i> sp.	<i>Dorylaimus</i> sp.	<i>Helicotylenchus</i> sp.	<i>Mononchus</i> sp.	<i>Paratrichodorus</i> sp.	<u><i>Rhabditis</i></u> sp.	<i>Tylenchus</i> sp.
		Fitoparásito	Fitoparásito	Fitoparásito	Fitoparásito	Depredador	Fitoparásito	Vida Libre	Fitoparásito
P1	Jun 09	80	-	-	40	20	40	-	-
	Jun 10	40	-	-	-	60	-	360	100
	Oct 10	160	120	-	-	80	-	100	20
P2	Jun 09	20	100	-	-	-	-	180	-
	Jun 10	-	-	40	-	20	-	160	-
	Oct 10	120	-	-	-	80	-	20	-
P3	Jun 09	-	-	-	-	20	-	240	-
P4	Jun 09	40	-	-	-	-	-	160	-
	Jun 10	-	-	-	-	-	-	40	20
	Oct 10	-	-	-	-	-	-	80	120
P5	Jun 10	140	-	20	-	120	-	160	60
	Oct 10	160	-	20	-	-	20	160	20




-: no se encontró la especie en la muestra colectada en la parcela. Análisis de laboratorio realizado por Laboratorio de Protección Vegetal de la Universidad del Valle de Guatemala. Los géneros marcados en azul se encuentran mencionados en el texto. Fuente: CTA 2011.

Fotografía 9.22 Diversidad de géneros de nematodos identificados en el Proyecto El Escobal



Fotografías tomadas de: 1 y 5. Soil Biodiversity and Ecosystem Functioning Lab. <http://rydberg.biology.colostate.edu>.
 2. Nematología Agrícola. <http://www2.agronomia.uchile.cl>.
 3. Nemaplex <http://plpnemweb.ucdavis.edu/Nemaplex>
 4. Agricultural Research Council <http://www.arc.agric.za>.
 5. Plant Resistant Gene <http://prgdb.cbm.fvg.it>
 6. Plant Resistant Gene <http://prgdb.cbm.fvg.it>
 7. forensic nematology <http://nematode.unl.edu/rhabtis.htm>
<http://deab.upc.edu>
 8. Departamento de ingeniería alimentaria y biotecnología

Fotografía 9.23 Herpetofauna colectada en el Proyecto El Escobal, 2011

Herpetofauna		
		
<i>Ptychohyla euthysanota</i>	<i>Plectrohyla guatemalensis</i>	<i>Incillius ibarraii</i>
		
<i>Geophis nasalis</i>	<i>Lithobates maculatus</i>	<i>Stenorrhina freminvillei</i>

Fuente: Laboratorio Ambiental, 2011.

La cuenca 1 (las parcelas 1 y 2, y alrededores) fue la cuenca con mayor abundancia al registrarse un total 44 individuos, seguida por la cuenca 2 (parcelas 3 a la 5 y alrededores) donde un total de 34 individuos fueron registrados. La cuenca 1 fue más diversa en comparación con la cuenca 2. En la cuenca 1 se recolectó un total de 11 especies y en la cuenca 2 tan solo 7 especies, la diferencia entre ambas cuencas probablemente es debida a que los micro hábitats encontrados en la cuenca 1 que son zonas de alta humedad o áreas asociadas a cuerpos de agua son más abundantes. Además, en la cuenca 2 la vegetación es similar y con mayor grado de perturbación (sin cobertura de vegetación nativa).

En el Cuadro 9.14 también se presenta el status de conservación con base a la Lista de Especies Amenazadas (LEA) de CONAP, los listados de especies en peligro de extinción de la CITES, y la lista de especies amenazadas de IUCN (2009), ésta última se incluyó debido a que enfatiza en grupos de anfibios y reptiles con base a pérdida de biodiversidad para estos grupos²⁹.

²⁹ Lista de Especies Amenazadas-LEA. IUCN versión 2009.1 disponible en: <http://www.iucnredlist.org/>

Cuadro 9.14 Herpetofauna colectada Proyecto El Escobal, 2011

Familia	Especie	Nombre común	Cuenca		Status de conservación	
			1	2	CONAP, IUCN	CITES
Ranidae	<i>Rana maculata</i>	Rana manchada	7	3	LC	-
	<i>Lithobates maculatus</i>	Rana	4	17	LC	-
Bufonidae	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo	2	-	LC	-
	<i>Rhinella marina</i>	Sapo gigante marino	2	2	LC	-
	<i>Incillius ibarraii</i>	sapito	2	2	EN	-
Hylidae	<i>Ptychohyla euthysanota</i>	Ranita	16	6	3, NT	-
	<i>Plectrohyla guatemalensis</i>	Rana dedos delgados de Guatemala	9	-	3, CR	-
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco	1	-	3	-
Colubridae	<i>Stenorrhina freminvillei</i>	Culebra alacranera	1	-	LC	-
	<i>Geophis nasalis</i>	Culebra minera del café	1	-	LC	-
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus smaragdinus</i>	Lagartija espinuda	-	3	3, NT	-
	<i>Sceloporus acanthinus</i>	Lagartija	2	1	3	-
Total			44	34		

CONAP: Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 1, 2 y 3: Categorías (2009). CITES: Convención en el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestre en Peligro. I: Apéndice I de CITES. II: Apéndice II de CITES. III: Apéndice III de CITES. LEA de la IUCN de especies amenazadas, NT: Casi amenazado; LC: Precaución menor EN: En Peligro CR: Peligro crítico. Cuenca 1: se refiere a las parcelas 1 y 2 y sus áreas alrededor, y Cuenca: 2: se refiere a las parcelas 3,4 y 5, con sus áreas alrededor. Fuente: CTA, 2011.







Aves

En total se observaron 734 individuos pertenecientes a 67 especies de 25 familias, presentes en los transectos de observación. Las especies más abundantes fueron el “zanate mayor” con 91 individuos (*Quiscalus mexicanus*) y la especie “tordo cantor” con 51 individuos (*Dives dives*), ambas especies pertenecen a la familia Icteridae. Las especies antes mencionadas y el ceniztonle (*Turdus grayi*) son aves típicas en áreas perturbadas y generalmente se encuentran asociadas a ambientes con alto impacto humano. La cuenca 2 fue la estación donde se observó la mayor abundancia de estas especies. Fotografía 9.24

En el Cuadro 9.15 se muestra las especies y la cantidad de individuos registrados en los cinco transectos realizados en las parcelas y sus alrededores. El listado corresponde a los muestreos realizados en 2009 (junio), 2010 (junio y octubre) y 2011 (febrero).

El estatus de conservación (Cuadro 9.15) de las aves registradas muestra que a pesar de que en el área se registraron especies incluidas en la Lista de Especies Amenazadas (LEA) de CONAP y la lista de especies silvestres de fauna CITES, debido a la movilidad de éstas es posible que sean aves de paso, y su registro no implica que habiten en el AP. En base a la LEA de CONAP se encuentra la categoría 3, que incluye las especies que se encuentran amenazadas, pero el estado de sus poblaciones permite su uso y manejo regulado; las especies que pertenecen a esta categoría son: “aguililla” (*Buteo jamaicensis*), “paloma encinera” (*Columba fasciata*), “paloma albiblanca” (*Zenaida asiatica*), “perico verde centroamericano” (*Aratinga strenua*), “mirlo montañero” (*Turdus plebejus*), “paloma arroyera” (*Leptotila verreauxi*) y “zorzalito piquinaranja” (*Catharus aurantirostris*). En los listados de especies de CITES encontramos el apéndice II, el que incluye las especies que en la actualidad no se encuentran en peligro de extinción, pero podrían llegar a serlo si su comercio no es controlado. Las especies registradas en esta categoría son *Buteo jamaicensis* y *Aratinga strenua*.

Fotografía 9.24 Aves observadas Proyecto Minero, El Escobal, 2011

Especies Generalistas		
		
Cenzontle (<i>Turdus grayii</i>)	Zanate (<i>Quiscalus mexicanus</i>)	Tordo cantor (<i>Dives dives</i>)
Especies en la Lista de Especies Amenazadas de CONAP		
		
Perico verde centroamericano (<i>Aratinga strenua</i>)	Aguililla (<i>Buteo jamaicensis</i>)	Paloma albiblanca (<i>Zenaida asiatica</i>)

Fuente: CTA, 2011.

Cuadro 9.15 Aves observadas Proyecto El Escobal

Familia	Especie	Nombre Común	Parcela					N	Conservación	
			1	2	3	4	5		CONAP	CITES
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla	1	2	0	3	0	6	3	II
	<i>Buteo sp.</i>	Halcón	0	0	3	0	0	3	-	-
	<i>Buteo platypterus</i>	Gavilán Aluda	0	0	0	1	0	1	-	-
Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux	6	7	0	2	22	37	-	-
Caprimulgidae	<i>Caprimulgus collaris</i>	Tapacaminos	1	0	0	0	1	2	-	-
Cardinalidae	<i>Cyanocompsa parellina</i>	Colorín Azulinegro	1	4	0	0	0	5	-	-
Ciconiidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	10	3	0	1	0	14	-	-
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote cabecirrojo	3	1	0	0	1	5	-	-
Columbidae	<i>Columba fasciata</i>	Paloma encinera	2	2	0	19	11	34	3	-
	<i>Columbina inca</i>	Tórtola colilarga	3	3	2	1	1	10	-	-
	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola común	2	16	0	10	4	32	-	-
	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola	0	2	0	0	0	2	-	-
	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	4	4	0	5	2	15	3	-
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma aliblanca	2	2	0	0	0	4	3	-
Corvidae	<i>Cyanocorax melanocyaneus</i>	Chara centroamericana	14	6	3	13	8	44	-	-
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero asurcado	0	19	0	7	16	42	-	-
	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos menor	5	1	0	0	0	6	-	-
Dendrocolaptidae	<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	Trepatroncos piquicuña	0	1	0	0	0	1	-	-
Emberizidae	<i>Arremon aurantirostris</i>	Rascador	0	12	0	2	3	17	-	-
	<i>Atlapetes gutturalis</i>	Gargantiamarilla	0	3	0	0	1	4	-	-
	<i>Melozone biarcuatum</i>	Saltón cafetalero	1	0	0	2	0	3	-	-
	<i>Piranga flava</i>	Tangara encinera	0	0	0	0	1	1	-	-
	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador grisáceo	0	0	0	1	0	1	-	-
	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero	4	2	0	6	2	14	-	-
	<i>Tiaris olivacea</i>	Semillerito	0	2	0	0	0	2	-	-
	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	2	5	0	4	2	13	-	-
	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chingolo	6	0	0	0	0	6	-	-
Falconidae	<i>Falco sp.</i>	Halcón	0	0	0	1	0	1	-	-
Formicariidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Barreteado	0	2	0	0	0	2	-	-
Fringillidae	<i>Carduelis notata</i>	Dominico cabecinegro	1	5	3	7	0	16	-	-
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	16	18	6	8	3	51	-	-
	<i>Icterus chrysater</i>	Bolsero dorsidorado	2	1	0	0	0	3	-	-
	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	4	0	0	3	3	10	-	-
	<i>Icterus wagleri</i>	Bolsero de wagler	0	2	0	2	0	4	-	-
	<i>Icterus sp.</i>	Bolsero	0	0	0	2	2	4	-	-

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO ESCOBAL

Familia	Especie	Nombre Común	Parcela					N	Conservación	
			1	2	3	4	5		CONAP	CITES
Icteridae	<i>Psarocolius sp.</i>	Oropéndola	0	0	0	1	0	1	-	-
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	29	35	0	21	6	91	-	-
Mimidae	<i>Melanotis hypoleucus</i>	Mulato pechiblanco	3	0	0	0	3	6	-	-
	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle sureño	0	0	0	1	0	1	-	-
Parulinae	<i>Basileuterus lachrymosa</i>	Chipe roquero	1	1	0	0	1	3	-	-
	<i>Dendroica graciae</i>	Chipe de Grace	1	0	0	0	0	1	-	-
	<i>Dendroica townsendi</i>	Chipe de Townsend	3	4	0	7	3	17		
	<i>Myioborus pictus</i>	Pavito aliblanco	0	0	0	1	0	1	-	-
	<i>Myioborus miniatus</i>	Pavito gorjigris	2	3	1	0	2	8	-	-
	<i>Wilsonia citrina</i>	Reinita encapuchado	1	0	0	0	0	1	-	-
Picidae	<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe de Wilson	1	5	0	5	3	14	-	-
	<i>Centurus aurifrons</i>	Cheje común	2	2	0	2	0	6	-	-
	<i>Colaptes auratus</i>	Pájaro carpintero	0	1	0	5	1	7	-	-
Psittacidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Pájaro carpintero	3	0	4	3	3	13	-	-
	<i>Aratinga strenua</i>	Perico verde centroamericano	20	0	0	6	5	31	3	II
Trochilidae	<i>Archilochus sp.</i>	Colibrí	3	2	1	3	3	12	-	-
	<i>Hylocharis leucotis</i>	Colibrí orejiblanco	0	0	0	4	0	4	-	-
Troglodytidae	<i>Thryothorus sp.</i>	Gorrión, colibrí	3	0	1	2	0	6	-	-
	<i>Troglodytes rufocillatus</i>	Saltaparedes	0	0	0	0	3	3	-	-
	<i>Troglodytes sp.</i>	Saltaparedes	3	0	0	0	0	3	-	-
Turdidae	<i>Sialia sialis</i>	Azulejo gorjicanelo	0	0	0	8	0	8	-	-
	<i>Catharus aurantiirostris</i>	Zorzalito piquinaranja	2	0	0	0	0	2	3	-
	<i>Turdus grayii</i>	Cenzontles	8	8	0	5	4	25	-	-
	<i>Turdus plebejus</i>	Mirlo montañero	1	1	0	0	0	2	3	-
	<i>Turdus rufitorques</i>	Zorzal cuillirufu	3	2	0	3	0	8	-	-
Tyrannidae	<i>Contopus pertinax</i>	Pibi mayor	1	0	0	0	1	2	-	-
	<i>Empidonax sp.</i>	Mosquerito	2	3	0	16	1	22	-	-
	<i>Myiobius sp.</i>	Mosquerito	1	0	0	0	0	1	-	-
	<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero cejiblanco	0	0	0	6	0	6	-	-
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	0	0	2	1	0	3	-	-
Vireonidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	1	0	0	0	0	1	-	-
	<i>Vireo sp.</i>	Viero	2	3	0	1	4	10	-	-
TOTAL			186	195	26	201	126	734		

N: Número de individuos; CONAP: Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 1, 2 y 3: Categorías (2009). CITES: Convención en el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestre en Peligro. I: Apéndice I de CITES. II: Apéndice II de CITES. III: Apéndice III de CITES. Identificación basada en Howell y Webb, 1995; Fuente: CTA, 2011.

Mamíferos

Se identificaron 15 especies correspondientes a 5 familias dentro de las cuales la familia Muridae (ratas y ratones), con la especie *Peromyscus mexicanus*, fue la de mayor abundancia, esta especie representa el 74% del total de individuos registrados. En el Cuadro 9.16 se presentan los resultados de la determinación taxonómica de la mastofauna³⁰ registrada durante los muestreos de 2009 (junio), 2010 (junio y octubre) y 2011 (febrero).

El registro y análisis de la mastofauna se presentan conforme la designación de cuencas, como se mencionó en la metodología y de igual manera que la sección de herpetofauna. En la cuenca 1 se encontró la mayor diversidad de mamíferos, pero debido a la complicada determinación taxonómica del grupo *Peromyscus* spp., los individuos identificados se consideraron como variaciones del género.

Cuadro 9.16 Mamíferos registrados Proyecto El Escobal, 2011

Familia	Especie	Nombre común	Cuenca		Status de conservación	
			1	2	CONAP	CITES
Sciuridae	<i>Sciurus variegatoides</i>	Ardilla	3	1	3	-
Muridae	<i>Peromyscus aztecus</i>	Ratón azteca	-	5		
	<i>Peromyscus mexicanus</i>	Ratón venado mexicano	68	24	-	-
	<i>Peromyscus gymnotis</i>	Ratón venado de orejas desnudas	9	3	2	-
	<i>Peromyscus</i> sp1.	Ratón venado	1	-	-	-
	<i>Peromyscus</i> sp2.	Ratón venado	1	-	-	-
	<i>Reithrodontomys</i> aff. <i>fulvescens</i>	Ratón cosechero	1	-	-	-
	<i>Reithrodontomys</i> sp.	Ratón cosechero	2	-	-	-
	<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	Ratón cosechero	1	-	2	-
	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata maderera	3	1	2	-
Procyonidae	<i>Rattus rattus</i>	Ratón común	-	2		
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i> *	Mapache	1	-	3	-
Dasyopodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i> *	Armado	1	-	-	-
Canidae	<i>Canis latrans</i> *	Coyote	1	-	3	
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i> *	Zorro gris	1	-		
Total			93	36	6	0

* Organismos determinados por observaciones indirectas. N: Número de individuos. CONAP: Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 1, 2 y 3: Categorías (2009). CITES: Convención en el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestre en Peligro. I: Apéndice I de CITES. II: Apéndice II de CITES. III: Apéndice III de CITES; N: Número de individuos totales; SP: Número total de especies. Cuenca 1: se refiere a las parcelas 1 y 2 y sus áreas alrededor, y Cuenca 2: se refiere a las parcelas 3,4 y 5, con sus áreas alrededor. Fuente: CTA, 2011.

³⁰ Mastofauna: organismos pertenecientes a la clase Mammalia (Mamíferos).

Como se mencionó anteriormente, *P. mexicanus* (Fotografía 9.25) fue la especie más abundante, tan solo en la cuenca 1, el 76% de los individuos registrados correspondían a *P. mexicanus*. Esta especie se caracteriza por ser omnívoro (se alimenta de material vegetal, semillas e incluso insectos); sin embargo, diferentes estudios han determinado que su dieta vegetariana puede estar representada hasta el 85% de frutos de los árboles de encino (*Quercus* spp.)³¹ La alta abundancia de encinos en la cuenca 1 puede explicar el alto número de individuos colectados de esta especie; sin embargo, en la cuenca 2, *P. mexicanus* representa el 67% de los registros, pero difiere si se compara la abundancia de la especie para cada cuenca (68 individuos en cuenca 1 y 24 individuos en cuenca 2).

Un registro importante fue la recolecta del ratón *Neotoma mexicana* (Fotografía 9.18), la cual está asociada a los remanentes de bosque pino-encino. A pesar de que el área representa el hábitat idóneo para ésta especie, este reporte representa el primer registro para la zona oriental de Guatemala³². Esta especie ha sido reportada como rara y poco abundante; además existe solamente un reporte documentado para Guatemala en la región de Huehuetenango, por lo que este registro representa un aporte significativo para el conocimiento de la fauna en el país³³.

El registro del ratón, *P. aztecus*, puede indicar el cambio de composición del bosque, ya que éste aparece cuando disminuyen los árboles de encino en un área de pino-encino³⁴. El ratón común (*Rattus rattus*) es una especie que se encuentra ligada a la presencia de comunidades humanas. Esta especie es un competidor potencial con otras especies de roedores y transmisor de múltiples enfermedades, así como parásitos que afectan a especies de fauna nativa e incluso al ser humano. Adicionalmente representan una presa importante de numerosas especies de depredadores nativos como mustélidos, cánidos, felinos, aves rapaces, entre otros³⁵.

³¹ Rojas, L. Rodríguez, M. 2007. Ecología poblacional del ratón *Peromyscus mexicanus* (Rodentia: Muridae) en el Parque Nacional Volcán Póas, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 55: 1037-1050.

³² Op.cit. Fiona, R. 1997.

³³ Com. pers. Lic. Sergio Pérez, biólogo, curador colección de mamíferos del Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

³⁴ Vázquez, L. Cameron, N. Medellín, A. *Peromyscus aztecus*. *Mammalian Species*. American Society of Mammalogists. No. 649, pp. 1-4.

³⁵ Álvarez-Romero, J. y R. A. Medellín. 2005. *Rattus rattus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, UNAM. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.

Fotografía 9.25 Mastofauna colectada Proyecto El Escobal, 2011



Fuente: CTA, 2011.

Se registraron dos observaciones indirectas durante los muestreos realizados durante 2009 (junio) y otros dos en 2011 (febrero) (Fotografía 9.26). En la primera observación se registró la presencia de mapache (*Procyon lotor*), se observaron indicios de actividad alimenticia cerca de los cuerpos de agua, al encontrar restos del exoesqueleto de algunos decápodos. Si bien la dieta del mapache es muy amplia³⁶, se observó que el cangrejo de río es una fuente fácil de obtener alrededor de la cuenca. La presencia de esta especie en la cuenca se verificó mediante entrevistas con habitantes locales, quienes confirmaron que afectaban sus plantaciones de maíz. Otra observación indirecta consistió en sitios donde se registraron agujeros en el suelo posiblemente realizados por la especie *Dasyus novemcinctus* (armadillos). Los armadillos excavan constantemente para alimentarse de anélidos y artrópodos³⁷. Durante el muestreo realizado en febrero 2011 en la cuenca 1 (Quebrada El Escobal) se registraron excretas posiblemente de coyote (*Canis latrans*) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Debido a la naturaleza rocosa y arenosa del área del proyecto, no permite determinar con mayor precisión la presencia de otras especies de forma indirecta.

Referente al estado de conservación de la mastofauna registrada en el Proyecto El Escobal, las especies de *P. lotor*, *S. variegatoides* y *C. latrans* se encuentran dentro de la lista de especies amenazadas de CONAP debido a la reducción de sus poblaciones principalmente por la explotación y la pérdida de hábitat (categoría 3), sin embargo pueden recuperarse mediante un manejo especial o su uso controlado para mantener viables sus poblaciones. Las especies *Neotoma mexicana*, *Reithrodontomys sumichrasti* y *P. gymnotis* se encuentran catalogadas en peligro de extinción

³⁶ Op.cit. Fiona, R. 1997.

³⁷ Ibidem.

(categoría 2) debido a que su hábitat ha sido totalmente modificado, reduciendo de forma notable las poblaciones existentes.

Fotografía 9.26 Observaciones indirectas de mastofauna Proyecto El Escobal, 2011

		
<p>Excavación para búsqueda de alimento <i>(Dasypus novemcinctus)</i></p>	<p>Indicios de actividad de alimentación <i>(Procyon lotor)</i></p>	<p>Excreta <i>(Canis latrans)</i></p>

En el área del Proyecto, donde se considera se construirá la infraestructura, la remoción (histórica) de la cobertura boscosa ha tenido como resultado la pérdida de sitios de anidación y refugio para la fauna local. Con base en observaciones realizadas en el área y con relación a la fauna, se determinó la presencia de especies de aves que en su mayoría se trata de típicas de áreas con algún grado de intervención; además la mayoría poseen hábitos alimenticios no específicos, que pueden ser desde insectos y/o frutos, según la disponibilidad de los mismos. Algunas de las aves observadas fueron el “zanate mayor” (*Quiscalus mexicanus*) y la especie “tordo cantor” (*Dives dives*), ambas especies pertenecen a la familia Icteridae; el ceniztonle (*Turdus grayi*), además de urracas (*Cyanocorax spp.*), semilleros, chipes, mosqueros y colibríes.

La mayoría de estas aves fueron observadas en las áreas con vegetación en regeneración (guamil) y pastizales, alimentándose de los frutos de algunas especies utilizadas como cerco vivo, como *Bocconia arborea*, *Inga sp.* (Cuje), *Annona cherimola* (Anona), *Ficus sp.*, *Erythrina berteroana* (palo de pito), *Ricinus* y *Acacia hindsii*. Debido a la movilidad de estas especies y sus rangos de actividad reportada, se estima que la implementación del proyecto no representa un peligro para las mismas.

En relación a la herpetofauna, el área probable de construcción no presenta las características adecuadas para el mantenimiento de poblaciones de anfibios, debido a la escasa presencia de cuerpos de agua en los alrededores. En cuanto a los reptiles

se observaron algunas especies de lagartijas que consideran son comunes en el área y con una alta capacidad de desplazamiento; por lo que no se considera que el proyecto pueda afectarlas.

Considerando comentarios emitidos por habitantes del área, se conoce de la presencia de especies consideradas como nocivas en cultivos como “tacuacines” (*Didelphis marsupialis*) y roedores. En el caso *D. marsupialis* según los comentarios locales los avistamientos se consideran muy raros o esporádicos y con roedores se reporta la presencia *Rattus rattus* considerada como una amenaza al ser vector de enfermedades.

En el Plan de Manejo de la Biodiversidad que se describe en el capítulo 13 se indican las medidas específicas planteadas para la conservación de especies de flora y fauna en el AP y AID. Este Plan incluye las actividades que garantizan el mantenimiento de las poblaciones locales.

Importancia Ecológica y Económica

El área de estudio es una matriz heterogénea que envuelve diferentes hábitats (cultivos, aldeas, bosques en regeneración y bosques naturales), por lo que la fauna encontrada, mamíferos menores y medianos principalmente, responden a la presión de cacería de subsistencia que se reporta aún en el área^{38, 39}. Debido a que las áreas de estudio se encuentran intervenidas antropogenicamente, se puede sugerir que las especies de importancia económica se limitan a especies de mamíferos menores tales como los armadillos (*Dasybus novemcinctus*).

Con respecto a las especies que pueden ser utilizadas como bioindicadoras, se pueden mencionar las ranas de los géneros *Ptychohyla* y *Plectrohyla*; debido al grado de endemismo y especificidad de hábitat⁴⁰, son consideradas sensibles a los cambios ambientales que pueden ocurrir en sus rangos de acción. Dichas especies pueden ser monitoreadas en el tiempo, para evaluar los cambios que pudieran estar ocurriendo en el área de estudio.

³⁸ Hoogesteijn, R et al. 2002. El Jaguar en el Nuevo Milenio: Observaciones de la depredación de bovinos por jaguares en Venezuela y los programas gubernamentales de control. 1era edición. FDE, UNAM y WCS. México D.F.: 183-198

³⁹ Hoogesteijn, R. et al. s.a. Manual sobre problemas de depredación causados por jaguares y pumas en hatos ganaderos. Grupo Asesor de Jaguar WCS, Grupo asesor de hatos PROHESA y Grupo especialista en felino UICN.

⁴⁰ Duellman, W.E. 2001. The Hylid Frogs of Middle America. Volume II. Society for the Study of Amphibians and Reptiles and National History Museum of the University of Kansas. 730 pp.

Vida Acuática

Estaciones de Muestreo

Las estaciones de muestreo se ubicaron según los criterios descritos en el Cuadro 9.17 y la ubicación se muestra en la Figura 9.7.

Cuadro 9.17 Descripción de las estaciones, Proyecto El Escobal, 2011

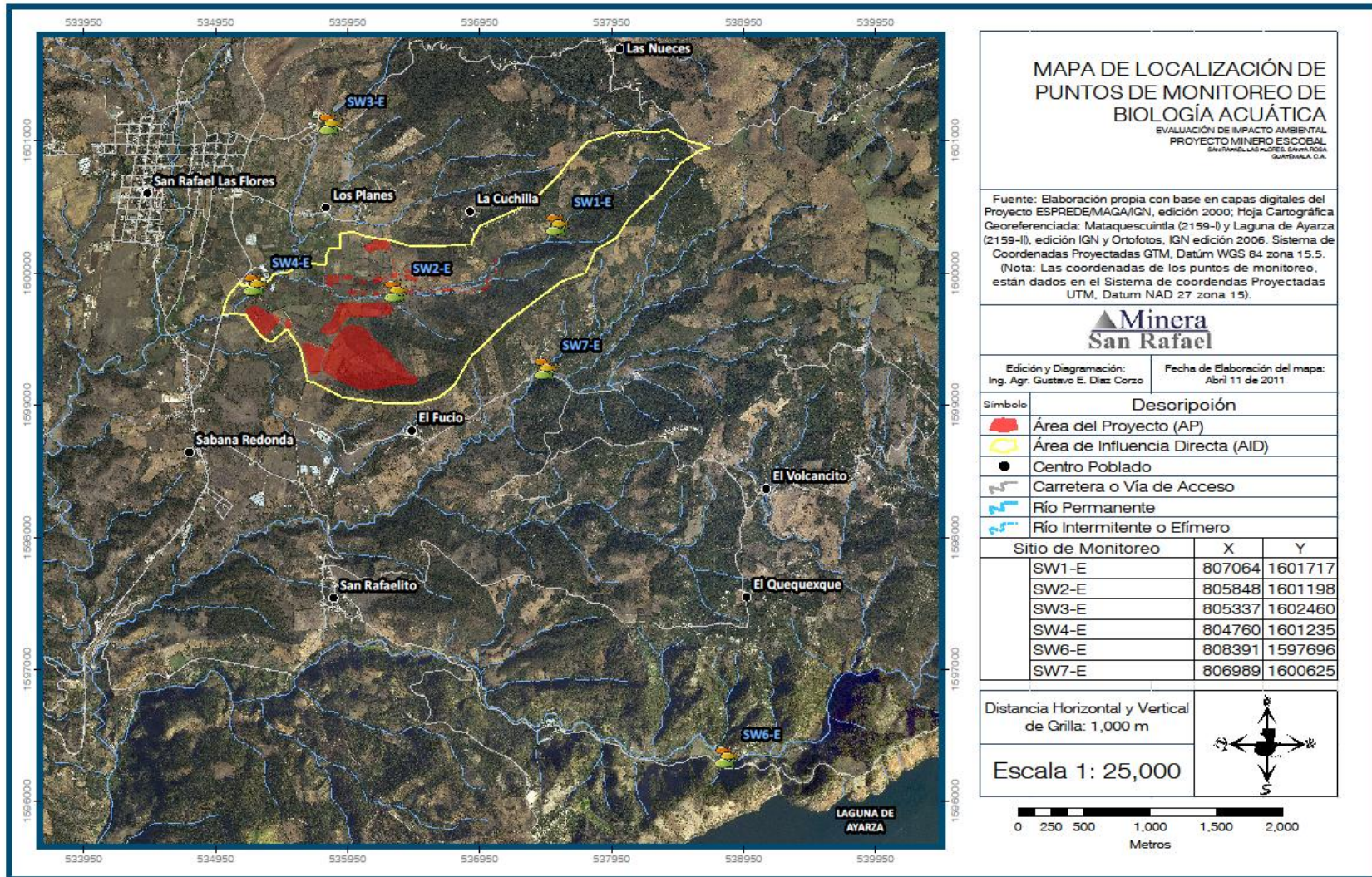
Estación	Características	Coordenadas UTM zona 16		
		E (m)	N (m)	Altitud (msnm)
SW1-E Quebrada Seca "El Escobal"	Ubicado aguas arriba de la casa de núcleos.	807,064	1,601,720	1,705
SW2-E Quebrada Seca "El Escobal"	Ubicado aguas abajo de la casa de núcleos.	805,847	1,601,200	1,358
SW3-E Río El Dorado	Ubicado corriente arriba del proyecto.	805,337	1,602,453	1,366
SW4-E Río El Dorado	Corriente abajo de El Escobal.	804,781	1,601,228	1,311
SW9-E*	Ubicada al oeste de la zona de exploración.	804,047	1,600,832	1,295
SW10-E* Quebrada estacional	Ubicada aguas abajo del depósito de colas.	804502	1600750	1,304
SW6-E* Río Los Vados	Pendiente abajo de El Escobal, sin comunicación hidráulica superficial.	808,391	1,597,689	1,411
SW7-E Quebrada La Honda	Ubicada al sur-este del área de exploración.	806,972	1,600,814	1,440

* Estación Control. Fuente: CTA, 2011.



Materiales y Equipo

Los materiales y métodos utilizados para el muestreo de vida acuática (macro-invertebrados y peces), se presentan en el Cuadro 9.18.

Figura 9.7 Ubicación de los puntos de Monitoreo de Biología Acuática



Cuadro 9.18 Descripción de los materiales y métodos para el muestreo de Vida Acuática, El Escobal, 2011

Procedimiento para Macro invertebrados	
Materiales	
Alcohol etílico al 70% con glicerina al 10%, Alcohol etílico al 95%, Bandejas plásticas blancas, Boleta de campo e ingreso de datos, Claves dicotómicas regionales, Cubetas de aluminio, Estereoscopio, Etiquetas impermeables, Etiquetas para tubos de plástico,	Frascos plásticos 500 mL, Libreta de campo, Marcadores permanentes, Pinzas entomológicas, Pipetas plásticas, Red en "D", Tubos de plástico marca Vacuette, Rollos de teflón, Cajas de Petri plásticas ,
Procedimientos de Campo	
En cada estación, se delimitó una sección de 100 m, dentro de la cual se extrajeron 05 muestras, utilizando una red en "D" (Fotografía 9.27). El contenido de la red fue extraído y colocado en cubetas de aluminio; posteriormente el contenido de cada cubeta se inspeccionó en bandejas plásticas, colectando manualmente los macro-invertebrados con pinzas entomológicas. Las muestras que se pudieron inspeccionar en campo fueron cernidas e introducidas en frascos con alcohol etílico al 95%.	
Procedimientos de Laboratorio	
En el laboratorio las muestras fueron cernidas en un tamiz de 250 µm y los individuos fueron colectados con pinzas y pipetas plásticas de 5 mL. Posteriormente fueron separados e identificados taxonómicamente a nivel de familia, mediante literatura especializada ^{41, 42, 43 y 44} . Fotografía 9.28	
Análisis de datos	
Riqueza y Abundancia relativa.	
Fotografías	
	
Fotografía 9.27 Toma de muestras con red en "D"	Fotografía 9.28 Identificación taxonómica

⁴¹ Domínguez, R. 1990. Taxonomía. Neuróptera a Coleóptera. Claves y Diagnósis II. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma de Chapingo. México. Págs. 257-475.

⁴² Hurlbert, S. y A. Villalobos-Figueroa. 1982. Aquatic Biota of Mexico, Central America and the West Indies. EUA. 529 p.

⁴³ Merritt, R. W. y K. W. Cummins (eds.). 1996. An Introduction to the Aquatic Insects of North America (3ra. ed.). Kendall/Hunt Publ. Co., Dubuque, IA, EUA. 862 p.

⁴⁴ Quintero, D. y A. Aiello. 1992. Insects of Panamá and Mesoamerica, Selected Studies. Oxford University Press. 1992. EUA. 548 p.

Procedimiento para Peces	
Materiales	
Balanza electrónica, Bandejas, Boletas de campo, Bolsas plásticas zip-lock, Pantalones aislantes (waders), Cámara digital, Claves dicotómicas de peces de agua dulce ⁴⁵ , Formol al 10%, Etanol al 70%,	Guantes plásticos, Ictiómetro ⁴⁶ , Lápices y marcadores permanentes, Libreta de campo, Redes de arrastre, Red de bloqueo, Redes de mano (con diferentes tamices), Toallas de papel, Cubetas, Etiquetas impermeables,
Procedimientos de Campo	
<p>En cada estación de muestreo, se delimitó una sección del río o riachuelo de 100 m de longitud, mediante redes de bloqueo (corriente abajo y arriba), para capturar cualquier pez que pudiera escapar al muestreo. Se utilizó la red de arrastre (método convencional), con arrastres en diferentes sitios del trayecto. Como método complementario se empleó la pesca eléctrica, se recorrió contracorriente la sección de 100 m realizando descargas eléctricas a lo largo del mismo, en especial en potenciales hábitat para peces. Esta técnica se llevó a cabo con el equipo LR-24 Electrofisher, cuyo manejo requiere de un mínimo de dos personas (Fotografía 9.29 y Fotografía 9.30). La pesca eléctrica es útil para la captura de peces en ríos donde las condiciones no permiten la captura con métodos convencionales⁴⁷, así como de especies cuya captura es difícil con otros métodos debido a su comportamiento. El tiempo empleado en cada sección dependió del número de refugios para peces encontrados. Los ajustes utilizados con el LR-24 Electrofisher, fueron realizados dentro de los siguientes rangos: voltaje⁴⁸ entre 50-200 V, frecuencia⁴⁹ entre 60-70 Hz, porcentaje de ciclo de rendimiento⁵⁰ entre 25-30% y el tipo de corriente⁵¹ utilizada fue pulso intermitente.</p>	
Procedimientos de Laboratorio	
<p>Los peces recolectados se identificaron hasta especie utilizando las claves taxonómicas y descripciones regionales⁵². Los peces se fotografiaron y se determinó su talla (longitud total, longitud patrón y ancho máximo, en milímetros) mediante un ictiómetro y peso (en gramos), utilizando una balanza semi-analítica. Posteriormente, los peces fueron preservados y se cambiaron a frascos con alcohol etílico al 70%.</p>	
Análisis de datos	
<p>Se determinó el número de especies e individuos capturados por estación y fecha de muestreo.</p>	

⁴⁵ Miller, R. 1955. A Systematic Review of the Middle American Fishes of the genus *Profundulus*. Museum of Zoology, University of Michigan. No. 92. Miscellaneous Publications. EUA. 64 pp.

⁴⁶ Ictiómetro: Instrumento para medir longitud total, longitud patrón y ancho máximo de un pez.

⁴⁷ Mason, R., N. Fenerich-Verani y E.P. Caramasch, 2000. Electrofishing as a sampling technique for coastal streamfish populations and communities in the southeast of Brazil. Rev. Brasil. Biol. 60(2): 205-216.

⁴⁸ Voltaje: unidad de medida que expresa la "presión" detrás de la corriente eléctrica.

⁴⁹ Frecuencia: tasa en la que la señal eléctrica cambia a través del tiempo.

⁵⁰ Porcentaje de ciclo de rendimiento: expresa el radio en porcentaje del tiempo de descarga y poder de la batería en el tiempo.

⁵¹ Tipo de corriente: término genérico que se refiere a la corriente de electricidad en un circuito. La unidad de medida es Amp (amperaje).

⁵² Miller, R., W.L. Minckley y S. M. Norris. 2005. Freshwater Fishes of México. University of Chicago Press, Ltd., London. United States of America. 490 pp.

Fotografías	
	
Fotografía 9.29 Pesca eléctrica en ríos	Fotografía 9.30 Fijación de muestras en campo

Resultados de Macro Invertebrados

Durante los muestreos de línea base⁵³ se han registrado 21,450 individuos, pertenecientes a 73 familias y 20 órdenes que se encuentran distribuidos en cinco phyla de macro invertebrados. En total de los 5 muestreos (tres ES y dos EL) en la ES se ha registrado la mayor abundancia de individuos (16,600) y la menor en EL (4,850). Los órdenes con mayor diversidad son Coleóptera con 16 familias, seguido por Díptera con 14 y Trichoptera con 10. La clasificación de los organismos identificados durante los muestreos de la LB para ambas épocas se presenta en el Cuadro 9.20 y en la Fotografía 9.31 las imágenes de los macro invertebrados identificados en el Proyecto El Escobal.

Los resultados de la diversidad de las familias y su abundancia en cada una de las estaciones, se presentan gráficamente en la Fotografía 9.31. De los tres muestreos realizados durante la ES, el muestreo en 2011 (7,685 individuos) es el muestreo con la mayor abundancia, mientras que la menor abundancia fue la ES-2010 con 3,348 organismos.

⁵³ Las estaciones SW1-E y SW2-E, se incorporaron a los muestreos a partir de la ES de 2010.

Cuadro 9.19 Clasificación de macro invertebrados, Proyecto El Escobal, 2010

Phylum	Clase	Orden	Familia
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladida	Indeterminada
Nemertea	Indeterminada	Indeterminado	Indeterminada
Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Pisiidae
	Gastropoda	Basommatophora	Physidae
		Neotaenioglossa	Thiaridae
Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Indeterminada
		Rhynchobdellida	Indeterminada
	Malacostraca	Amphipoda	Indeterminada
		Decapoda	Indeterminada
	Maxillopoda	Indeterminado	Indeterminada
	Arachnida	Acariformes	Indeterminada
Araneae		Indeterminada	
Arthropoda	Entognatha	Collembola	Entomobryidae
			Isotomidae
	Insecta	Coleoptera	Sminthuridae
			Amphizoide
			Aff. Anthicidae
			Carabidae
			Dryopidae
			Dytiscidae
			Elmidae
			Heteroceridae
			Hydraenidae
			Hydrophilidae
			Hydroscaphidae
			Lampyridae
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ptilodactylidae
			Psephenidae
			Scirtidae
			Staphylinidae
			Noteridae
			Ceratopogonidae
			Chironomidae
			Culicidae
			Dixidae
			Dolichopodidae
			Empididae
			Ephydriidae
			Indeterminada
			Muscidae
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae
			Simuliidae
			Stratiomyidae
			Tabanidae
			Tipulidae
		Ephemeroptera	Baetidae
			Caenidae
			Heptageniidae
			Leptohyphidae
			Leptophlebiidae
		Hemiptera	Belostomatidae
			Gerridae
			Hebridae
			Mesoveliidae
Naucoridae			
Notonectidae			
Veliidae			

		Megaloptera	Corydalidae
		Odonata	Calopterygidae
			Coenagrionidae
			Corduliidae
			Gomphidae
			Libellulidae
		Plecoptera	Perlidae
		Trichoptera	Calamoceratidae
			Glossosomatidae
			Helicopsychidae
			Hydrobiosidae
			Hydropsychidae
			Hydroptilidae
			Lepidostomatidae
			Leptoceridae
Philopotamidae			
Polycentropodidae			

Fuente: CTA 2011.

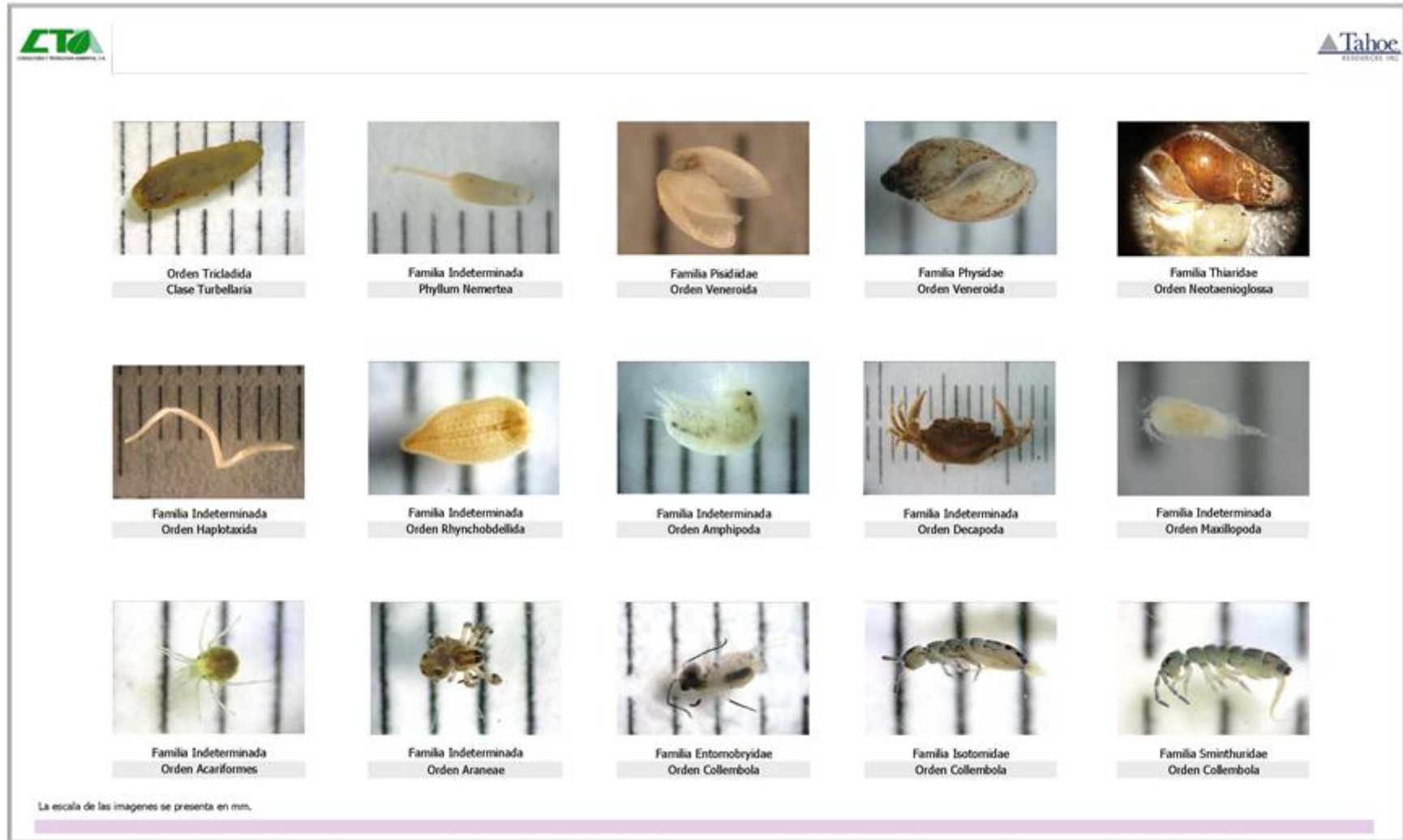
Leyenda:




















La riqueza de familias registradas durante los muestreos correspondientes a ES, fue más alta durante la ES-2011 en las estaciones SW1-E y la SW7-E, ambas con 37 familias. Por el contrario, las estaciones con el menor número de familias registrado en ES fue la SW4-E durante la ES-2011 con tan solo 13 familias. En el caso de la abundancia por estaciones, fue la SW9-E en ES-2011 con 3,207 individuos la de mayor abundancia, seguida por SW4-E con 2,474 organismos en ES-2010.

En EL se observó una disminución en la diversidad y abundancia de los organismos en comparación con ES. De los muestreos de EL de 2009 y 2010, durante el muestreo de EL-2009 se registró la mayor cantidad de familias en la SW7-E con un total de 25 familias, en la misma época, la estación SW6-E presentó el menor número con 13. Por el contrario, en la EI-2010 el número individuos aumentó a 4034 individuos en comparación con la EI-2009 en la cual se recolectaron un total de 816 organismos.

Fotografía 9.31 Familias de Macroinvertebrados Identificadas en el Proyecto El Escobal, 2011



 <p>Familia Amphizoidae¹ Orden Coleoptera</p>	 <p>Familia Aff. Anthicidae Orden Coleoptera</p>	 <p>Familia Carabidae Orden Coleoptera</p>	 <p>Familia Dryopidae Orden Coleoptera</p>	 <p>Familia Dytiscidae Orden Coleoptera</p>
 <p>Familia Emidae Orden Coleoptera</p>	 <p>Familia Heteroceridae Orden Coleoptera</p>	 <p>Familia Hydraenidae Orden Coleoptera</p>	 <p>Familia Hydrophilidae Orden Coleoptera</p>	 <p>Familia Hydrosophidae¹ Orden Coleoptera</p>
 <p>Familia Lampyridae Orden Coleoptera</p>	 <p>Familia Ptilodactylidae Orden Coleoptera</p>	 <p>Familia Psephenidae Orden Coleoptera</p>	 <p>Familia Scirtidae Orden Coleoptera</p>	 <p>Familia Staphilinidae Orden Coleoptera</p>

La escala de las imágenes se presenta en mm.
¹ Especies tomadas del sitio Department of Fish and Game, del Gobierno de California. Disponible en: <http://www.dfg.ca.gov>



Familia Ceratopogonidae
Orden Diptera



Familia Chironomidae
Orden Diptera



Familia Culicidae
Orden Diptera



Familia Dooidae
Orden Diptera



Familia Dolichopodidae
Orden Diptera



Familia Noteridae
Orden Coleoptera



Familia Empididae
Orden Diptera



Familia Ephyridae
Orden Diptera



Familia Indeterminada
Orden Diptera



Familia Muscidae
Orden Diptera



Familia Psychodidae
Orden Diptera



Familia Simuliidae
Orden Diptera



Familia Stratiomyidae
Orden Diptera

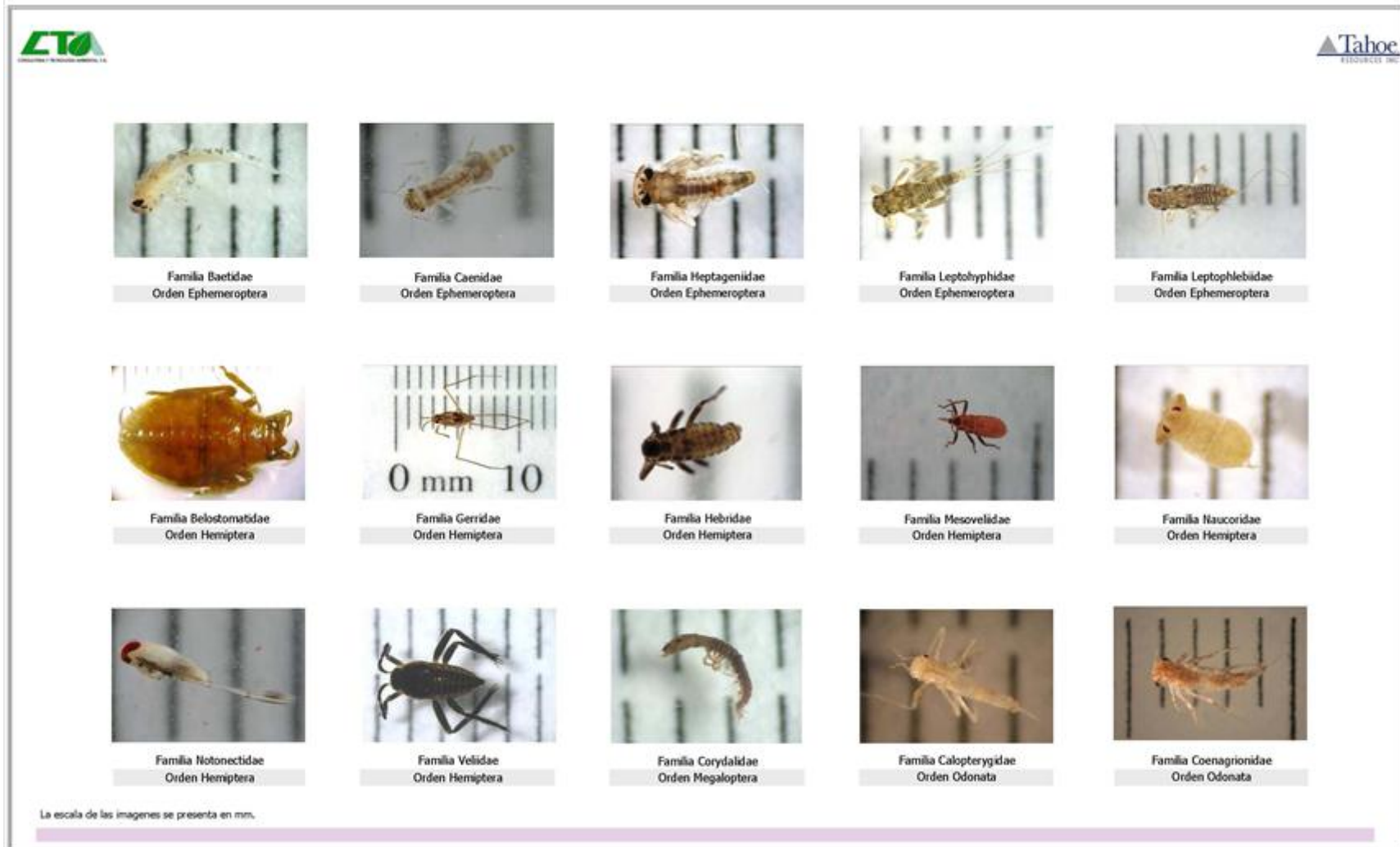


Familia Tabanidae
Orden Diptera



Familia Tipulidae
Orden Diptera

La escala de las imágenes se presenta en mm.



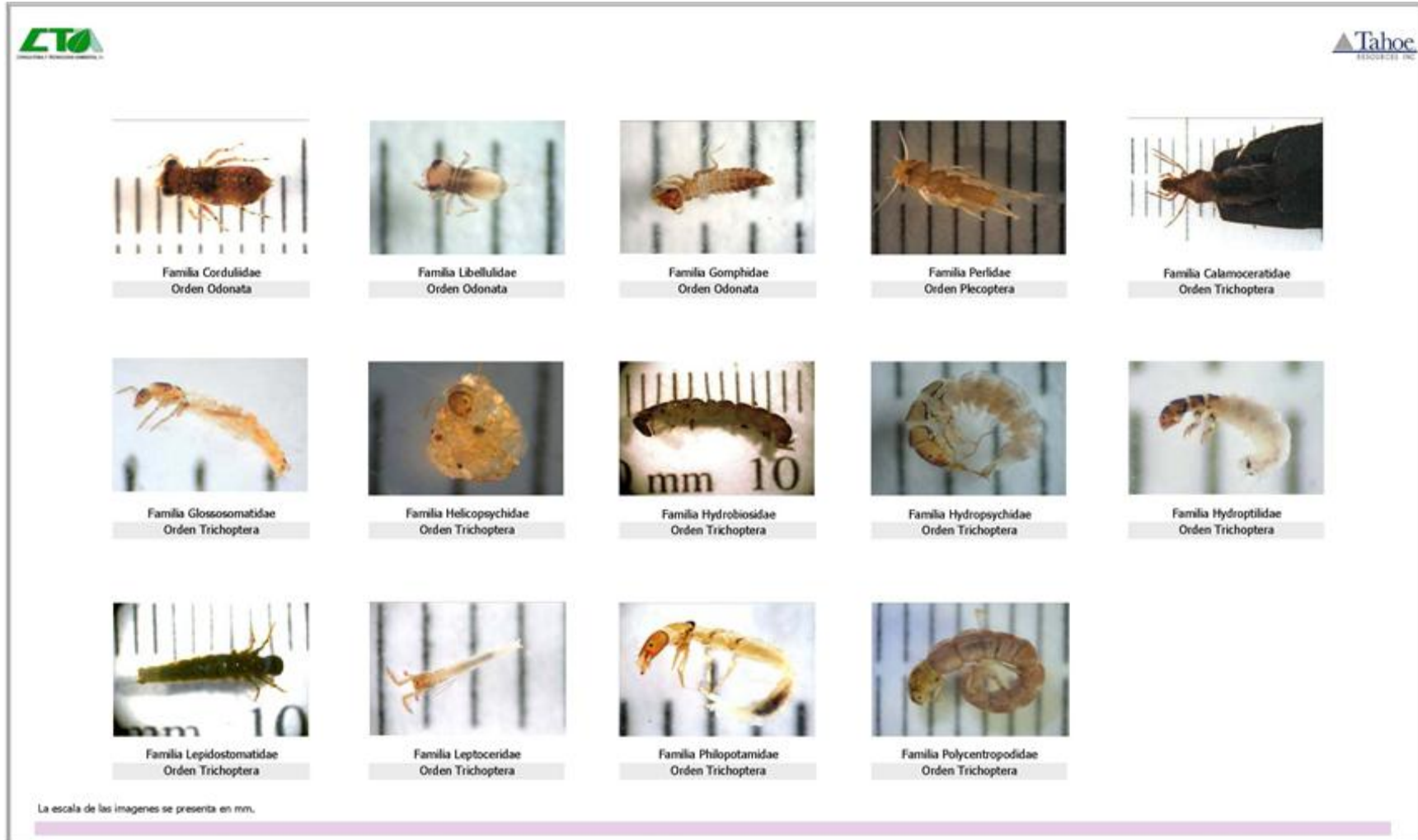
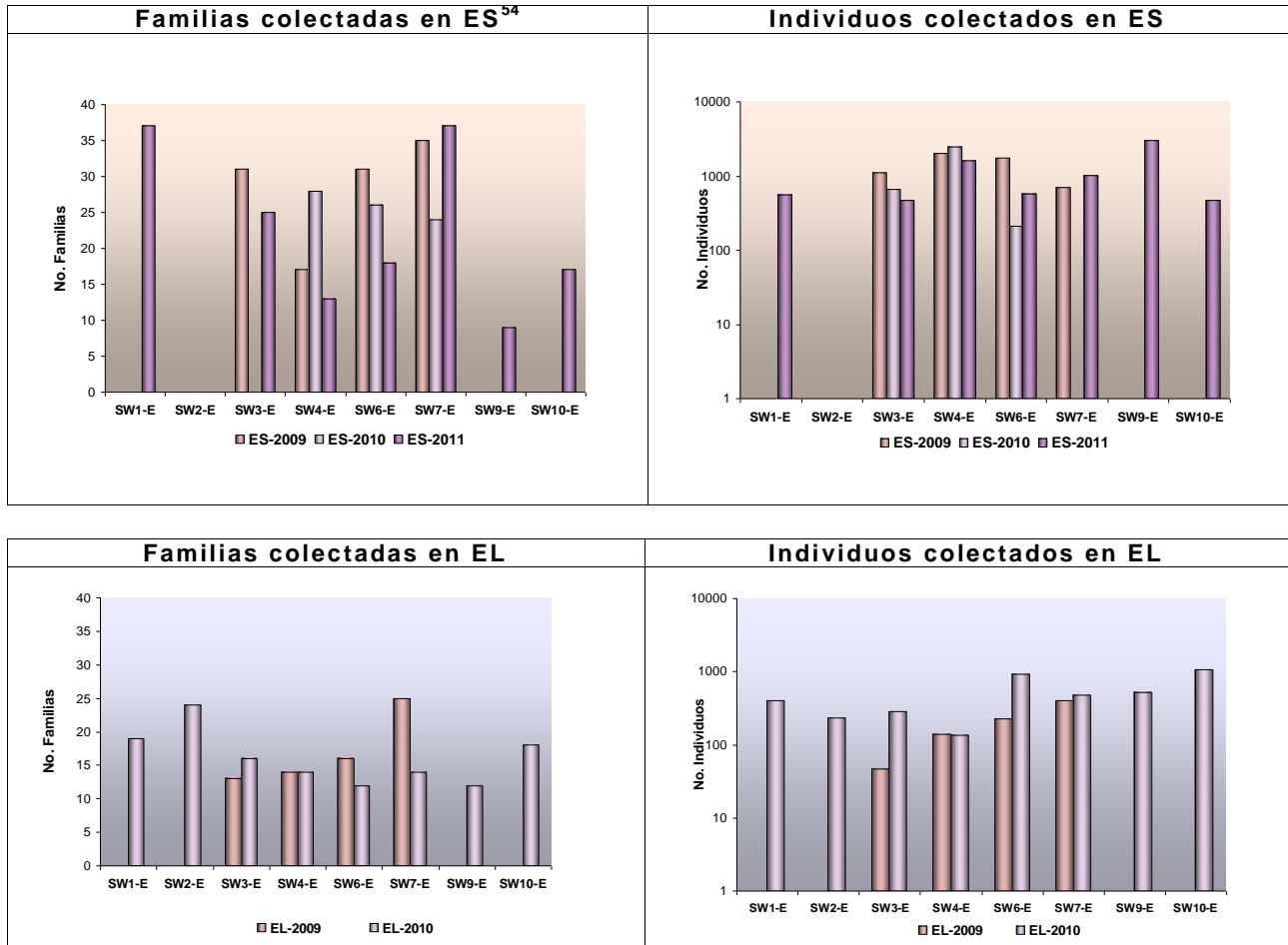


Figura 9.8 Macro invertebrados por estación de muestreo, Proyecto Minero, El Escobal, 2011



Fuente: CTA, 2011.

La composición en cada una de las muestras permite una mejor evaluación del ecosistema acuático, esta evaluación está basada en la presencia de organismos sensibles a las perturbaciones del hábitat (EPT: Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera); la cantidad de organismos del orden Díptera y el resto de los grupos. En la Figura 9.9 se comparan los porcentajes de EPT, Díptera y otros organismos para cada una de las estaciones por época de muestreo.

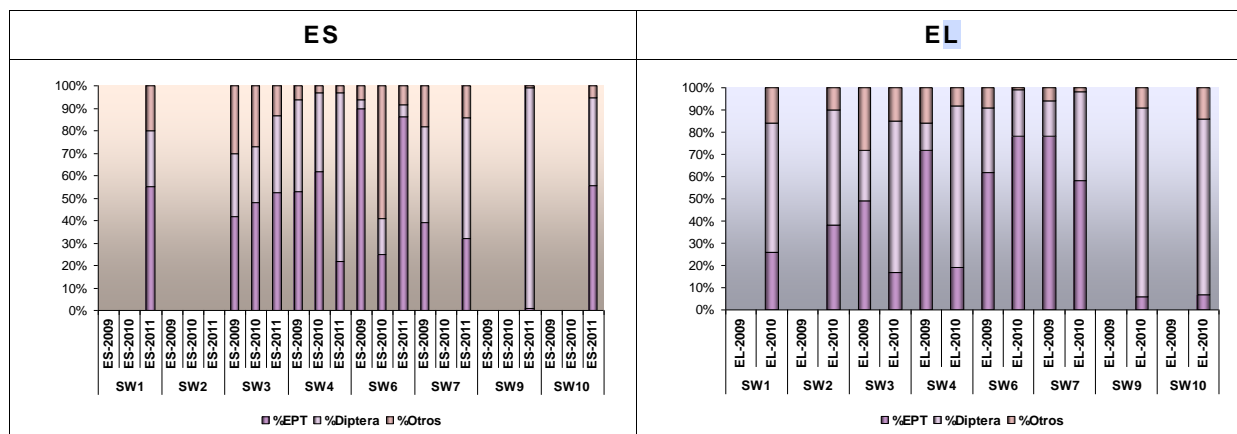
Al igual que en la diversidad y abundancia, los porcentajes de EPT en las estaciones son mayores durante la ES en comparación con la EL. Durante la ES, la estación con la mejor calidad ambiental, fue la SW6-E, estación que durante las ES de 2009 y 2011

⁵⁴ Las estaciones SW1-E y SW2-E se incorporan a los muestreos en la ES de 2010.

presentó los porcentajes más altos de organismos sensibles a cambios ambientales (90% y 86.4% respectivamente), por el contrario durante la ES-2011, las estaciones con la menor cantidad de organismos sensibles fueron la SW9-E (0.9%) y SW4-E (22%), en estas estaciones se observó un aumento de organismos tolerantes la contaminación como lo son los integrantes de la familia Chironomidae (orden Díptera).

Durante las EL, los porcentajes de EPT más altos fueron registrados en la SW7-E en la EL-2009 (78%) y en la SW6-E en la EL-2010 (78%), mientras que las estaciones con la menor cantidad de organismos sensibles fueron la SW9-E (6) y SW10-E (7) ambas durante la EL-2010.

Figura 9.9 Porcentaje de individuos de EPT, Díptera y Otros, Proyecto El Escobal, 2011



EPT: Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera; Fuente: CTA, 2011.

Peces

Diversidad y Abundancia

Durante los muestreos de línea base, realizados durante el período comprendido entre los años 2009 y 2011, se colectaron 526 peces, incluyendo juilines (Heptapteridae), pupos (Poeciliidae) y coroitos (Profundulidae); pertenecientes a cinco especies de tres familias. Durante la ES se han registrado 409 peces mientras que en la EL se registró únicamente 117. Los datos para ES incluyen colectas de tres años, mientras que para EL, solamente de dos.

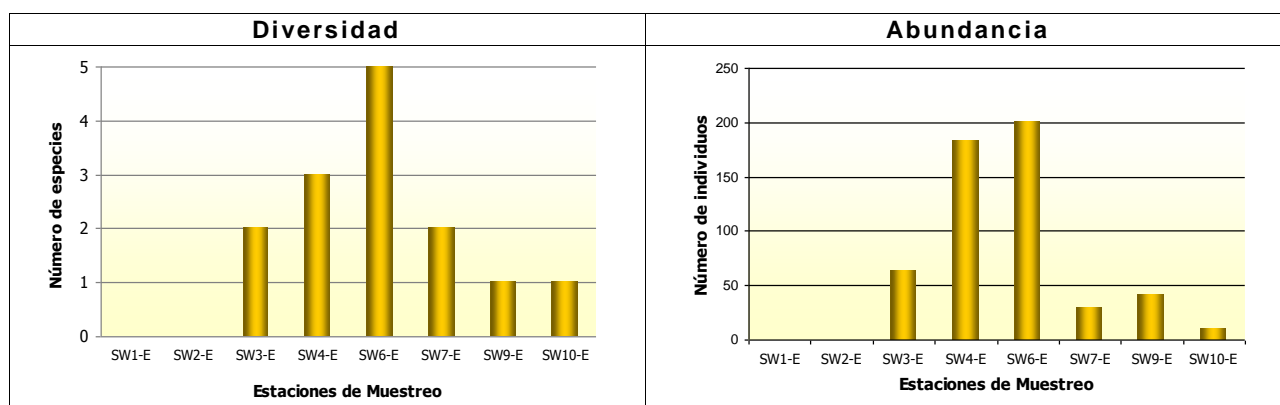
En el Cuadro 9.20 y la Figura 9.10 se presenta la clasificación taxonómica, riqueza y abundancia de las especies capturadas. De todas las especies colectadas, ninguna representan un recurso alimenticio de importancia para las comunidades, ya que la pesca artesanal no es intensiva y solamente una especie se encuentra en la Lista de Especies Amenazadas del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), siendo el juilín de la especie *Rhamdia cabreræ*, la cual está incluida en la categoría 2 de CONAP. Ninguna de las especies se encuentra incluida en el listado de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestre en Peligro (CITES). El juilín, *R. cabreræ*, se colectó únicamente en la estación SW6-E; en la ES se colectaron 24 individuos, mientras que en la EL se colectaron 11 individuos. Ésta estación fue definida como control y se encuentra fuera del AP; sin embargo es probable que *R. cabreræ* pueda encontrarse en las estaciones que están dentro del AID y potencialmente pueda impactarse por las actividades de exploración.

Cuadro 9.20 Especies de peces capturadas, Proyecto El Escobal

Phylum	Orden	Familia	Especie
Chordata	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poeciliopsis pleurospilus</i> (Günther 1866)
			<i>Poecilia sphenops</i> (Cuvier y Valenciennes, 1846)
		Profundulidae	<i>Profundulus guatemalensis</i> (Günther 1866)
	Siluriformes	Heptapteridae	<i>Rhamdia cabreræ</i> (Meek, 1906)
			<i>Rhamdia guatemalensis</i> (Günther 1864)

Fuente: CTA, 2011.

Figura 9.10 Peces capturados, Proyecto El Escobal, 2011



Tallas






Se registró la talla y peso de todos los peces capturados, para obtener información sobre la comunidad de peces de los ríos del área que pudiera estar relacionada con las condiciones y características del hábitat.

Durante la ES del año 2011, se recolectó el individuo de mayor tamaño (LT= 146mm) en la estación SW6-E, un juilín de la especie *Rhamdia cabreræ*, perteneciente a la familia Heptapteridae. En la estación SW3-E (río El Dorado, corriente arriba del proyecto), se registró el individuo de menor tamaño de la especie *Profundulus guatemalensis* (LT= 11 mm) perteneciente a la familia Profundulidae, colectado en el año 2010.

En la EL, el individuo de menor talla nuevamente fue *P. guatemalensis* (LT= 15 mm) el cual se capturó en la estación SW4-E (río El Dorado), ubicada corriente abajo del Proyecto, mientras que *R. cabreræ* fue la especie que mayor tamaño recolectado en la estación SW6-E (río Los Vados) y presentó una longitud total de 138.9 mm. Fotografía 9.32.

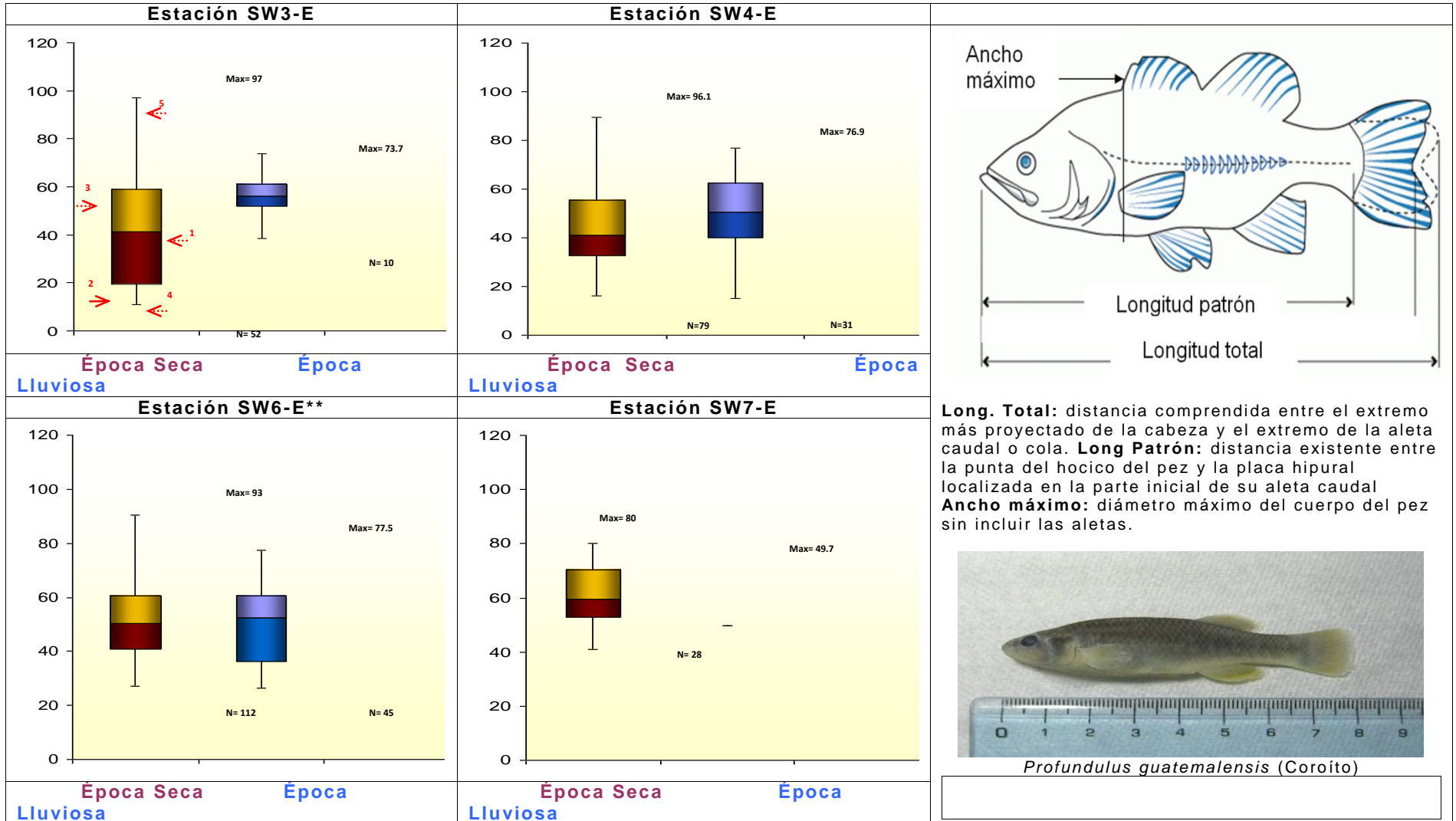
El análisis de la distribución de tallas se realizó para *P. guatemalensis* debido a que esta especie ha sido recolectada en todos los eventos de muestreo. En la Figura 9.22 se observa la distribución de las tallas de coroitos por estación y su comparación entre las mismas por medio de gráficos de cajas. Estas figuras permiten examinar la distribución de una serie de datos cuantitativos por medio de la gráfica de cinco estadísticas descriptivas: (1) mediana, dato que divide una serie de datos en dos partes iguales, las cuales son nuevamente divididas en mitades por los cuartiles de la distribución; (2) el primer cuartil (Q1) es el dato medio de la primera mitad que contiene los valores más pequeños, mientras que el (3) tercer cuartil (Q3) es el dato medio de la mitad con los valores más altos. Finalmente se grafican los valores extremos conocidos como (4) mínimo y (5) máximo los estadísticos descriptivos se ejemplifican en la gráfica de la estación SW3-E. La especie más abundante en las dos épocas de muestreo fue *P. guatemalensis*, la cual durante la ES, representó el 77% del total de los individuos recolectados, mientras que en la EL representó el 79%. En la ES la longitud promedio fue de 47.18 mm y en la EL, el peso promedio fue de 1.64 gr. y la longitud promedio encontrada fue de 48.63 mm.

Fotografía 9.32 Ejemplares más representativos

	
<i>Rhamdia cabrerai</i> (Meek, 1906)	<i>Poeciliopsis pleurospilus</i> (Günther, 1866)
	
<i>Poecilia sphenops</i> (Cuvier y Valenciennes, 1846)	<i>Profundulus guatemalensis</i> (Günther, 1866)
	
<i>Rhamdia guatemalensis</i> (Günther, 1864)	

Fuente: CTA, 2011.

Figura 9.11 Comparación de tallas de *P. guatemalensis*, El Escobal, Época Seca y Lluviosa, 2011





Recolecta de peces

Características de <i>P. guatemalensis</i>	
Orden	Cyprinodontiformes
Familia	Profundulidae
Hábito	Bentopelágico , no migratorio y de agua dulce
Distribución	Centroamérica

*Bentopelágico: Peces que se alimentan de organismos bénticos y nadadores libres. **Estación Control. Tallas reportadas para *P. guatemalensis*, colectados en SW3-E, SW4-E, SW6-E y SW7-E; Mediciones reportadas en milímetros (mm); Ejemplificación de estadísticos en gráficos de cajas (ver estación SW3-E): (1) mediana, (2) Q1: primer cuartil, (3) Q3: tercer cuartil, (4) mínimo y (5) máximo. Fuente: CTA, 2011.

9.2.1 Especies de fauna amenazada, endémica o en peligro de extinción

El estado de la conservación de las especies con base a los criterios de la LEA de UICN (por sus siglas en inglés) las encontramos en cuatro categorías –NT, EN, CR y LC-. La categoría NT incluye a las especies que están amenazadas por ejemplo *Sceloporus smaragdinus* (lagartija), reportada solo en la cuenca 1 y *Ptychohyla euthysanota* (rana), reportada en ambas cuencas y abundante en la cuenca 1. La categoría EN son especies que aún no han sido evaluadas o clasificadas, tal es el caso de *Incillius ibarraei* (sapito). La categoría CR incluye a especies que están en peligro de extinción como el caso de la especie *Plectrohyla guatemalensis* (rana), reportada en la cuenca 1. Las especies restantes se encuentran en la categoría LC, son especies que no se encuentran bajo alguna amenaza, y por lo general son especies abundantes con una amplia distribución. En la clasificación propuesta por el CONAP de especies amenazadas existen tres categorías, de las cuales en las especies registradas en el Proyecto El Escobal encontramos la categoría 3.

Esta categoría incluye las especies que se encuentran amenazadas, pero el estado de sus poblaciones permite su uso y manejo regulado, las especies encontradas en esta categoría son tres reptiles, *Sceloporus smaragdinus*, *S. acanthinus* y *Basiliscus vittatus*, y dos anfibios, *Ptychohyla euthysanota* y *Plectrohyla guatemalensis*. Ninguna de las especies registradas en el proyecto El Escobal se encontró en los listados de especies en peligro de extinción propuesto por la CITES.

Con relación a las aves protegidas observadas en el área, las especies abarcan áreas de acción amplias, por lo que se consideran animales de paso, y por lo tanto no se ven directamente amenazados por el proyecto. Adicionalmente, con base a las características observadas en las áreas muestreadas se consideran como ecosistemas sensibles todos los remanentes de bosque de pino-encino y cuerpos de agua (quebradas y riachuelos), principalmente la Cuenca 1 en la cual se registraron 28 especies de las 31 del proyecto El Escobal.

Basado en los resultados del muestreo realizado, se determinó que el juilín, de la especie *Rhamdia cabrerai* recolectada en el AID, se encuentra en el categoría 2 de la Lista de Especies Amenazadas del Consejo Nacional de Áreas Protegidas de

Guatemala⁵⁵ (CONAP), ya que según los criterios establecidos por ésta institución, presenta pérdida de su hábitat, comercio no regulado, además de que se reportan poblaciones muy pequeñas y/o endemismo. Sin embargo, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales, UICN, institución internacional dedicada a conservación, no la incluye dentro la lista de especies amenazadas publicada en 2010⁵⁶; lo que sugiere que el status de conservación de *R. cabreræ* es local.

Con base a su grado de conservación local, el juilín puede ser utilizado como especie bioindicadora, para futuros estudios en el área. El monitoreo de esta especie permitirá estimar la respuesta a cambios ambientales o interacciones entre especies mediante la evaluación del impacto generado por una perturbación determinada⁵⁷. Debido a su estatus de conservación, para futuros estudios, se tomarán los datos de ésta especie in situ, y los individuos capturados serán devueltos a su hábitat natural. Además, dentro del informe anual para renovación de la licencias de colecta de CTA ante CONAP, se reportará la presencia de dicha especie. Ninguna especie encontrada durante el estudio se reporta en los apéndices CITES.

9.2.2 Especies indicadoras

Con base a los resultados del muestreo realizado se determinó que existen 18 especies de animales en el listado de especies amenazadas de CONAP y los listados de especies silvestres de fauna de la CITES. Estas especies que se encuentran amenazados pueden ser utilizadas como indicadores biológicos para futuros estudios en el área.

El monitoreo de estas especies permitirá estimar la respuesta a cambios ambientales o interacciones entre especies permitiendo evaluar el impacto generado por una perturbación determinada. En el Cuadro 9.21 se presentan las especies consideradas de importancia para cada grupo estudiado.

⁵⁵ CONAP, 2001. Listado de especies de flora silvestre amenazadas (LEA de Flora). Resolución ALC 028-2001 del Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Guatemala; Listado de especies de fauna silvestre amenazadas (LEA de Fauna). Resolución ALC 032-99 del Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Guatemala.

⁵⁶ IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2010.4. <www.iucnredlist.org>. Consultada el 11 de marzo 2011.

⁵⁷ Halfpter, G; Favila, M.E; Halfpter, V. 1992. A comparative study of the structure of the scarab guild in mexican tropical rain forest and derived ecosystems. *Folia Entomológica Mexicana*, 84: 131-156.

9.21 Especies consideradas de importancia por grupo estudiado

Grupo estudiado	Especies de importancia	Nombre Común	Ubicación	
			Cuenca 1	Cuenca 2
Fauna	<i>Ptychohyala Euthysanota</i>	Rana	X	x
	<i>Plectrohyla guatemalensis</i>	Rana dedos delgados de Guatemala	X	
	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco	x	
	<i>Sceloropus acanthinus</i>	Lagartija	X	x
	<i>Sceloropus smaragdinus</i>	Lagartija espinuda		x
	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla	X	x
	<i>Columba fasciata</i>	Paloma encinera	X	x
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma albiblanca	X	
	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	X	x
	<i>Aratinga strenua</i>	Perico verde centroamericano	X	x
	<i>Turdus plebejus</i>	Mirlo montañero	X	
	<i>Catharus aurantirostris</i>	Zorzalito piquinaranja	X	
	<i>Sciurus variegatoides</i>	Ardilla	X	x
	<i>Peromyscus gymnotis</i>	Ratón	X	x
	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata maderera	X	x
	<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	Ratón venado orejas desnudas	X	
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	X		
<i>Canis latrans</i>	Coyote	X		

Fuente: CTA, 2011.

9.3 Áreas Protegidas y Ecosistemas frágiles

Para identificar las áreas protegidas se utilizó el Sistema de Información Geográfica (SIG), con la ubicación de las áreas protegidas incluidas en el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) y los ecosistemas sensibles, con base a la información del CONAP, recopilado por el MAGA⁵⁸. Las áreas consideradas sitios de conservación constituyen ecosistemas frágiles que para este estudio, se definieron a todos los cuerpos de agua y las zonas que presentan abundante vegetación que por sus características biológicas y ecológicas son consideradas importantes en la conservación de las especies nacionales y los procesos ecológicos del área.

El área protegida más cercana al Proyecto, es la laguna de Ayarza, figura 9.12. Ésta laguna se ubica entre los municipios de Casillas y San Rafael Las Flores, Departamento de Santa Rosa (lat. 14°25'00", long. 90°07'30"); tiene un área aproximada de 14 km² y se encuentra a 1,409 msnm. La caldera está formada por dos cuencas unidas, aproximadamente circulares, de paredes fuertemente inclinadas y constituidas en gran parte por rocas volcánicas terciarias, principalmente por riolita

⁵⁸ MAGA. BID, Programa de Emergencias por Desastres Naturales. 2001. Base de Datos Digital de la República de Guatemala a Escala 1:250,000. 108 pp.

porfirítica e intercalaciones de piroclásticos⁵⁹. Con base al Inventario Nacional de Humedales⁶⁰, la Laguna de Ayarza se define como una comunidad natural que está en peligro, aunque no crítico (incluida en la categoría N2) en el país. La orilla de éste cuerpo de agua está intensamente alterada por actividades humanas. Subsisten relictos del bosque de pino-encino asociado a regiones semi-secas a altitudes medias. Se ubica en la zona de vida Selva subtropical húmeda, bosques de pino y roble de América Central. Respecto a la ictiofauna del área, las especies nativas son escasas, principalmente debido a la introducción de especies como tilapia (*Oreochromis mossambica* y *O. niloticus*) y lobina negra (*Micropterus salmoides*), las cuales han desplazado a especies nativas.

La Laguna está en un área considerada pobre (socio-económicamente hablando) y cuenta con escasas actividades de conservación e investigación biológica. Actualmente algunas de las mayores presiones a la que está sometida es la deforestación de la cuenca y al uso inadecuado de la tierra; a pesar de que se considera todavía un cuerpo de agua relativamente limpio y poco eutroficado⁶¹. La Laguna de Ayarza está catalogada según el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP)⁶², y Ley de Áreas Protegidas de Guatemala⁶³ como un Área de Protección Especial. Ésta es la categoría más baja de protección que puede darse a un área. Se catalogan como “Áreas de Protección Especial” a aquellas áreas donde exista interés de conservarlas pero actualmente no poseen ningún tipo de administración o manejo, o bien no se cuenta con estudios suficientes para su declaración como área protegida. Con relación al Proyecto, la Laguna se encuentra aproximadamente a 5 km de distancia en línea recta.

En el AID del Proyecto se consideran como ecosistemas sensibles todos los cuerpos de agua y aquellas zonas que presentan abundante vegetación nativa (bosques de pino-encino), los cuales se ubican en las partes altas de la cuenca. Estas zonas son consideradas de importancia para el mantenimiento de las poblaciones silvestres nativas del área, ya que por sus características las hacen hábitats propicios para alimentación, anidación y reproducción.

⁵⁹ Tomado de: Gall, F. (compilador). 1978. Diccionario Geográfico. Guatemala: Tipografía Nacional.

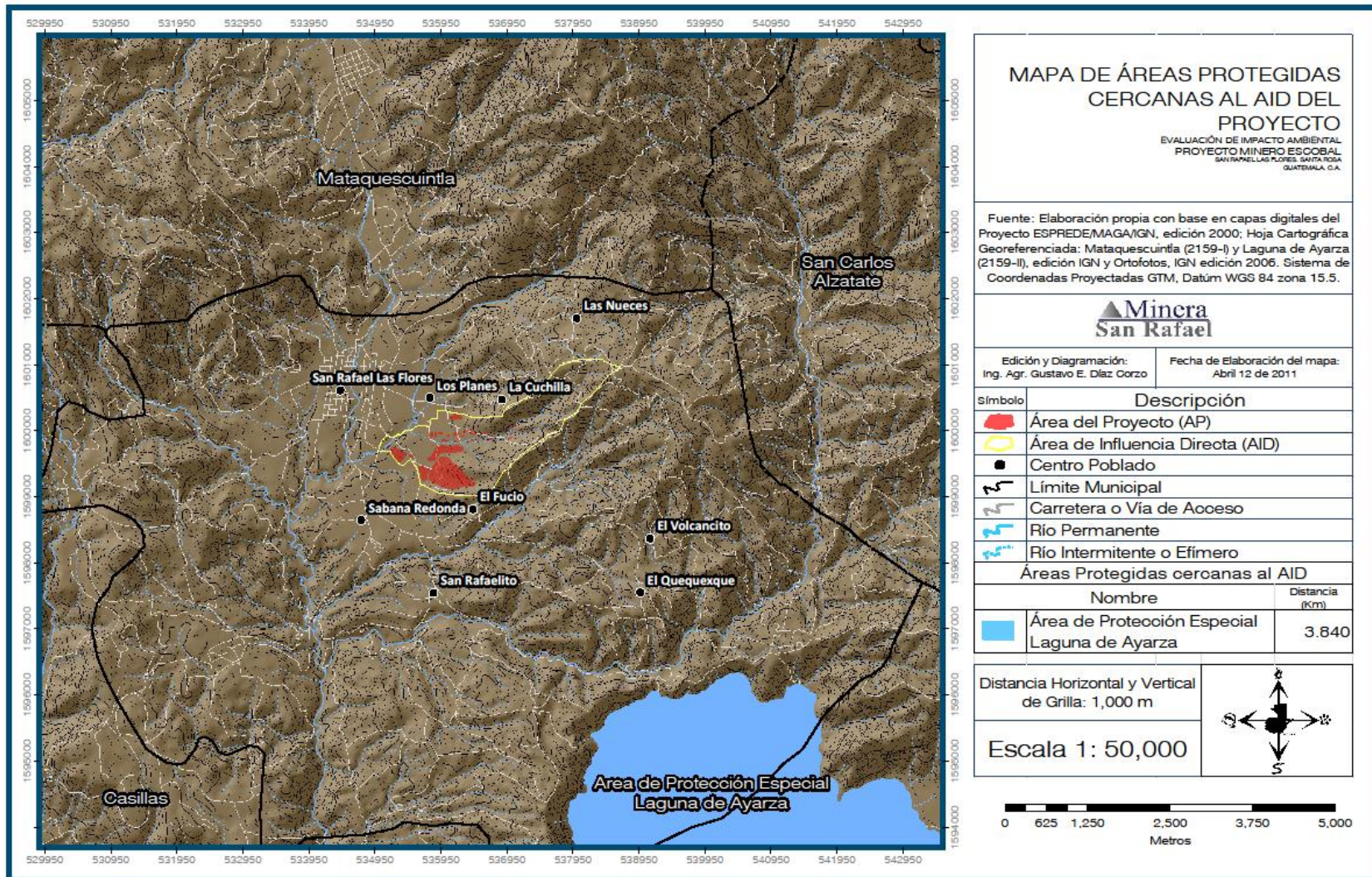
⁶⁰ Dix M. y J. F. Hernández. (Eds.). 2001. Inventario Nacional de los Humedales de Guatemala. UICN Mesoamérica. 176 pp. San José, Costa Rica.

⁶¹ Tomado del documento: Conservación de la Laguna de Ayarza, Guatemala. 2007, Asociación para el Desarrollo Sostenible (ADES). Dirección: 11 Avenida 7-38 zona 1, anexo Edificio Recinos, oficina 101, zona 1, Guatemala Ciudad, Guatemala. Contacto: tel. +502/2251-4510, 5918-4991.

⁶² SIGAP: Es el conjunto de todas las áreas protegidas del país y las entidades que las administran. Fue creado para lograr los objetivos de conservación, rehabilitación y protección de la diversidad biológica y los recursos naturales del país. Actualmente, el SIGAP está conformado por 162 áreas protegidas localizadas en el territorio nacional; Fuente: CONAP, 2010.

⁶³ Ley de Áreas Protegidas de Guatemala, Decreto Número 4-89.

Figura 9.12 Ubicación de las áreas protegidas cercanas al proyecto minero, 2011



Fuente: CTA, 2011.

10. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

Para la descripción de este capítulo se utilizaron varios estudios realizados para el EIA de los túneles como: Diagnósticos Socio-económicos Participativos, a cargo del Departamento de Relaciones Comunitarias de la empresa Minera San Rafael; Perfil Epidemiológico del municipio de San Rafael Las Flores, a cargo de la empresa especializada S. O. S. Salud Ocupacional y Seguridad; Evaluación del estado de la infraestructura, con énfasis en las viviendas, de las comunidades del área de influencia del proyecto, a cargo de la empresa Rusticatio Consultores. Durante la elaboración del presente estudio de EIA se elaboraron los informes del componente arqueológico del área de intervención (115 hectáreas); del tráfico, y de participación pública. Todos estos informes fueron analizados e incorporados al presente informe.

En el área de influencia del proyecto abarca 45 km², se ubican las comunidades siguientes: La Cuchilla, Los Planes, Las Nueces, San Rafael (casco urbano), El Fucío, Sabana Redonda, El Volcancito, San Juan Bosco, Estanzuelas y El Quequexque. Las comunidades más cercanas al proyecto objeto del presente estudio de EIA, son Los Planes, La Cuchilla y El Fucío; las comunidades se ubican fuera de la microcuenca quebrada El Escobal, pero si en sus microcuencas vecinas (El Dorado y Honda).
Figura 10.1.

10.1 Características de la Población

El municipio San Rafael Las Flores tiene una población total de 9,078 habitantes¹, dividida en 4,614 hombres y 4,464 mujeres; siendo la población urbana de 2,427 personas y la rural de 6,651 habitantes. De acuerdo con el Diagnóstico², la información de los centros poblados se presenta seguidamente por cada una de las comunidades:

¹ Instituto Nacional de Estadística. Características de la Población y de los Locales de Habitación Censados. Julio 2003. INE-UNFPA.

² Diagnóstico Social Participativo elaborado por el Departamento de relaciones Comunitarias de la Empresa Minera San Rafael.

10.1.1 Aldea La Cuchilla

El total de población es de 249 habitantes de los cuales 130 son hombres y 119 mujeres. No hay migración indígena. En promedio una familia está constituida por 4 hijos; hay hogares en los cuales se extiende hasta llegar a 10.

La vivienda es humilde y no llena las condiciones mínimas en aspecto habitacional, salud y seguridad. Están construidas con adobe, el techo es de teja y el piso solamente tierra. Las viviendas son de un solo ambiente, en algunos casos hay cocina. La demanda de educación es atendida por la Escuela Oficial Rural Mixta “Caserío La Cuchilla” que atiende a niños de primaria (61 niños) como también de preprimaria (15 alumnos). Los estudiantes tienen la necesidad de ayudar a sus padres en el trabajo, por lo que afecta su desempeño, además una gran parte abandona la escuela cuando es el tiempo del corte de café.

En la comunidad hay mano de obra no calificada, comprendida entre las edades de 18 años en adelante. Los habitantes son dependientes de la agricultura como medio de subsistencia ya que no hay otras fuentes de trabajo; por lo que viajan al pueblo o al municipio próximo (Mataquescuintla) a adquirir la canasta básica y otras cosas que necesitan, ya que las tiendas no tienen tanta variedad de productos como para surtir a la población.

La organización de la comunidad incluye el COCODE y los consejos de padres de familia de la escuela en los niveles preprimaria y primaria. La iglesia que hay en la comunidad es católica.

El 80% de la población tiene celular, ya que las empresas de telecomunicaciones facilitan su adquisición; un agricultor promedio puede llegar a costearse uno. El 5% de las personas leen el periódico pero lo adquieren rara vez, debido a que el distribuidor no llega hasta la comunidad; lo adquieren en el viaje al Pueblo.

10.1.2 Aldea Los Planes

La población total es de 279 habitantes, siendo 139 hombres y 140 mujeres. No hay migración indígena a esta comunidad. En promedio una familia está constituida por 3 hijos.

La mayoría de las viviendas están construidas de block y el techo es de lámina, poseen piso de cerámica. Las viviendas son de 4 ambientes, y todas tienen cocina.

La demanda de educación es atendida por la Escuela Oficial Rural Mixta “Aldea Los Planes”, con niños de primaria y de preprimaria. Los estudiantes tienen necesidad de ayudar a sus padres en el trabajo agrícola, lo que afecta su desempeño, además gran parte abandona la escuela cuando es tiempo del corte de café.

El puesto de salud más cercano se encuentra a 1 Km.; las principales enfermedades que afectan a la población son: gripe común y diarrea.

En la comunidad hay mano de obra no calificada, comprendida entre las edades de 18 años en adelante. Los habitantes se dedican a la agricultura; uno de cada hogar es agricultor. El 75% son dueños y el otro 30% arrendatarios de la tierra. Hay 3 tiendas en la comunidad que ofrecen variedad de productos.

La población está organizada en COCODE, además en la escuela funciona el consejo de padres de familia para los niveles preprimaria y primaria. Existe iglesia católica.

El 80% de la población tiene celular, debido a que las empresas de telecomunicaciones facilitan su adquisición; un agricultor promedio puede llegar a costearse uno. El 25% de las personas leen el periódico pero rara vez lo adquieren, debido a que el distribuidor no llega hasta la comunidad, sino que lo obtienen cuando viajan al pueblo.

10.1.3 Comunidad Las Nueces

El total de población es de 1,092 habitantes de los cuales 558 son hombres y 534 mujeres. En promedio una familia está constituida por 4 hijos. Hay hogares en los cuales se extiende hasta 10.

Las viviendas están construidas con adobe, el techo es de teja y el piso de cerámica. Las viviendas son de tres ambientes, y todas tienen una cocina.

La demanda de educación es cubierta por la Escuela Oficial Rural Mixta “Aldea Las Nueces”, que atiende a niños de primaria y de preprimaria. Los estudiantes tienen la

necesidad de ayudar a sus padres en el trabajo de campo, lo que afecta su desempeño, además gran parte abandona la escuela cuando es tiempo del corte de café. CONALFA tiene centro de alfabetización en esta comunidad.

En la comunidad existe centro de salud y un centro de acopio que es visitado por el doctor 2 veces a la semana; también existe comadrona capacitada. Las principales afecciones de salud son: gripe común y diarrea.

En la comunidad hay mano de obra no calificada, comprendida entre las edades de 18 años en adelante. Los habitantes se dedican a la agricultura, desde los más pequeños hasta los ya ancianos, por lo menos uno de cada hogar se dedica a cultivar la tierra. El 25% son dueños y el otro 75% son arrendatarios de la tierra. Los habitantes están enlazados a la agricultura como medio para subsistir, ya que no hay otras fuentes de trabajo; viajan al pueblo o al municipio próximo (Mataquescuintla) a comprar la canasta básica y otras cosas que necesitan. Las tiendas no tienen tanta variedad de productos como para surtir a la población.

La comunidad está organizada en COCODE, además de los comités de padres de familia en la escuela para los niveles preprimaria y primaria. La iglesia es católica.

El 65% de la población tiene celular, debido a que las empresas de telecomunicaciones facilitan su adquisición; un agricultor promedio puede llegar a costearse uno. El 25% de las personas leen el periódico pero lo adquieren rara vez, debido a que el distribuidor no llega hasta la comunidad, sino que lo compran cuando viajan al Pueblo.

10.1.4 San Rafael Las Flores (casco urbano)

El total de población de la cabecera municipal es de 2,517 habitantes, siendo hombres 1,256 y 1,261 mujeres. En promedio una familia está constituida por 3 hijos. En la comunidad hay mano de obra calificada y no calificada, comprendida entre las edades de 18 años en adelante.

La mayoría de viviendas están construidas de paredes de block y techo de lámina, y piso de cerámica. Las viviendas son de 5 ambientes y todas tienen una cocina y baño.

La demanda de educación es atendida por la Escuela Oficial Urbana Mixta “María Victoria Toledo Leiva”, para niños de primaria. Los niveles básicos son atendidos por dos Institutos, un es privado y el otro nacional. Además se cuenta con nivel diversificado. CONALFA tiene centro de alfabetización en esta comunidad.

La comunidad cuenta con el centro de atención permanente (CAP), siendo las enfermedades más comunes: gripe y diarrea. Según datos proporcionados por el Centro, se han tratado 37 niños menores de cinco años por desnutrición, en todo el municipio de San Rafael Las Flores.

Los habitantes de la comunidad se dedican a la agricultura, albañilería, herrería y la mayoría de jóvenes migran hacia la capital y a Estados Unidos para optar mejores empleos; uno de cada hogar se dedica a la agricultura. El 55% son dueños y el otro 45% son arrendatarios de la tierra.

La empresa minera actualmente ocupa a 243 trabajadores, siendo 167 del departamento de Santa Rosa o sea el 70% de la mano de obra ocupada.

Hay 13 tiendas en la comunidad que ofrecen variedad de productos. Hay seis comedores, 2 librerías, cuatro ferreterías, 1 heladería, dos herrerías, 3 panaderías y dos carpinterías. También hay una iglesia católica (Cede), 4 evangélicas, una iglesia de los Testigos de Jehová y 1 iglesia Adventista.

Entre los servicios con que cuenta la población están: salón comunal, Municipalidad, sede de AGAMAS, sede de la Supervisión Educativa, BANRURAL, Servicio de Correos, sede de CONALFA, sede Policía Nacional Civil, sede Alcohólicos Anónimos, COMUDE, Comité de Iglesia, Junta Escolar para los niveles Primaria y preprimaria.

El 95% de la población tiene celular, ya que las empresas de telecomunicaciones facilitan su adquisición. El 50% de las personas lee el periódico.

10.1.5 Aldea El Fucío

La población total es de 334 habitantes, de los cuales 173 son hombres y 161 mujeres. La población es mayoritariamente ladina (332 no indígena y 2 indígena). En promedio una familia está constituida por 4 hijos.

Las viviendas están construidas con adobe, el techo es de teja y el piso de cerámica; son de tres ambientes, y todas tienen una cocina.

La demanda de educación es cubierta por la Escuela Oficial Rural Mixta “Aldea El Fucío”, que atiende a niños de primaria y de preprimaria. Los estudiantes tienen la necesidad de ayudar a sus padres en el trabajo, lo que afecta su desempeño en la escuela; además gran parte la abandona cuando es tiempo del corte de café.

El puesto de salud más cercano se encuentra a 5 Km.

En la comunidad existe mano de obra no calificada, comprendida entre las edades de 18 años en adelante. Los habitantes se dedican a la agricultura y albañilería. Por lo menos uno de cada familia se dedica a la agricultura. En cuanto a la tenencia de la tierra, el 53% son dueños y el otro 47% son arrendatarios. Los pobladores están enlazados a la agricultura como medio para subsistir, siendo muy pocas las fuentes de trabajo y por consiguiente viajan al pueblo o al municipio próximo (Mataquescuintla) a comprar la canasta básica y otras cosas que necesitan. Las tiendas no tienen tanta variedad de productos como para surtir a la población.

En la comunidad existen las organizaciones: COCODE, Comité de Agua, Consejo de padres de familia en la escuela para preprimaria y primaria. También cuentan con iglesia católica y una evangélica.

El 53% de la población tiene celular, debido a que las empresas de telecomunicaciones facilitan su adquisición; un agricultor promedio puede llegar a costearse uno. El 26% de las personas lee el periódico pero lo adquieren rara vez, debido a que el distribuidor no llega hasta la comunidad, sino que aprovechan el viaje al Pueblo.

10.1.6 Aldea Sabana Redonda

La población total es de 249 habitantes, siendo 130 hombres y 119 mujeres. En promedio una familia está constituida por 4 hijos; hay hogares en los cuales se extiende hasta 10. No hay migración indígena a esta comunidad.

La mayoría de viviendas están construidas de block y el techo es de lámina, y piso cerámico. Las viviendas son de 4 ambientes, y todas tienen cocina.

La demanda de educación es cubierta por la Escuela Rural Mixta “Aldea Sabana Redonda”, que atiende niños de primaria y preprimaria. Los estudiantes tienen la necesidad de ayudar a sus padres en el trabajo de campo, lo que afecta su desempeño escolar, además gran parte de ellos abandonan la escuela, cuando es tiempo de corte de café.

El puesto de salud más cercano se encuentra a 2 Km. Las enfermedades más comunes son: gripe común y diarrea.

En cuanto recurso humano existe en la comunidad mano de obra calificada y no calificada. Los habitantes se dedican a la agricultura, albañilería, herrería y la mayoría de jóvenes migran hacia la capital para optar mejores empleos; al menos uno de cada hogar se dedica a labores agrícolas. En la comunidad existe una pequeña fábrica de block y tres granjas de crianza de pollo. El 45% son dueños y el otro 55% son arrendatarios de la tierra. Hay 9 tiendas que ofrecen variedad de productos.

Las organizaciones que existen en la comunidad son: COCODE, Junta Escolar (Primaria), Consejo de Padres de Familia (Preprimaria), Comité del Agua, Mi Familia Progresista. Hay una iglesia católica y 4 evangélicas.

El 95% de la población tiene celular, ya que las empresas de telecomunicaciones facilitan la adquisición de estos aparatos, en la mayoría de hogares suele haber más de un celular. El 25% de las personas lee el periódico a diario, costumbre debida al fácil acceso.

10.1.7 Aldea El Volcancito

El total de población es de 1,041 habitante, de los cuales 577 son hombres y 464 mujeres. En promedio una familia está constituida por 7 hijos.

La vivienda en esta comunidad es humilde y no llena las condiciones mínimas en aspectos habitacional, salud y seguridad. Están construidas por adobe, el techo es de teja y el piso de tierra. Las viviendas son de un solo ambiente, en algunos casos hay una cocina.

La demanda de educación es cubierta por la Escuela Oficial Urbana Mixta “Aldea El Volcancito”, que atiende a niños de primaria. Los niveles básicos son atendidos por dos Institutos, uno es privado y el otro nacional. También se cuenta con nivel diversificado. CONALFA tiene un centro de alfabetización en esta comunidad.

El puesto de salud más cercano se encuentra a 1 Km., siendo las enfermedades comunes: gripe común y diarrea.

En la comunidad hay mano de obra no calificada, comprendida entre las edades de 18 años en adelante. Los habitantes se dedican a la agricultura, y por lo menos uno de cada familia se dedica a la agricultura. El 75% son dueños y el otro 25% son arrendatarios de la tierra. Los pobladores están enlazados a la agricultura como medio de subsistencia, ya que son muy pocas las fuentes de trabajo, por lo que viajan al pueblo o al municipio próximo (Mataquescuintla) a adquirir la canasta básica y otras cosas que necesitan, ya que las tiendas no tienen tanta variedad de productos como para surtir a la población.

La organización comunitaria incluye el COMUDE, Mi Familia Progresista y las juntas Escolares para el nivel Primario y preprimaria. Hay iglesia católica.

El 95% de la población tiene celular, ya que las empresas de telecomunicaciones facilitan su adquisición; un agricultor promedio puede llegarse a costear uno. El 50% de las personas lee el periódico.

10.1.8 Aldea San Juan Bosco

La comunidad tiene una población de 774 habitantes, con 412 hombres y 362 mujeres. En promedio una familia está constituida por 4 hijos.

La mayoría de las viviendas están construidas de block y el techo es de lámina, también poseen piso de cerámica. Las casas son de 4 ambientes, y todas tienen una cocina.

La demanda de educación es cubierta por la Escuela Oficial Rural Mixta “Aldea San Juan Bosco”, que atiende a niños de primaria como también de preprimaria. Los estudiantes tienen necesidad de ayudar a sus padres en el trabajo, lo que afecta su

desempeño; además una gran parte abandona la escuela cuando es tiempo del corte de café.

En la comunidad existe un centro de acopio que es visitado por un médico 2 veces a la semana; también tienen la asistencia de 2 comadronas; siendo las enfermedades más comunes la gripe común y diarrea.

Existe mano de obra no calificada, comprendida entre las edades de 18 años en adelante. Los habitantes se dedican a la agricultura y albañilería, por lo menos una persona de cada familia se dedica a la agricultura. Los pobladores están enlazados a la agricultura como medio para subsistir. En relación con la tenencia de la tierra, el 10% son dueños y el 90% arrendatarios. Las tiendas no tienen tanta variedad de productos como para surtir a la población; hay 10 tiendas y 3 molinos de nixtamal. Hay dos beneficios de café.

La organización de la comunidad es a través del COCODE, Mi familia progresa, así como de los Consejos de Padres de Familia en la escuela primaria y preprimaria. Posee un centro de convergencia y un salón comunal. Existe iglesia católica.

El 95% de la población tiene celular, debido a que las empresas de telecomunicaciones facilitan la adquisición, el agricultor promedio puede llegar a costearse uno. El 88% de las personas leen el periódico, lo adquieren aprovechando el viaje al pueblo.

10.1.9 Aldea Estanzuelas

El total de población es de 623 habitantes de los cuales 353 son hombres y 270 mujeres. En promedio una familia está constituida por 5 hijos. Hay hogares en los cuales se extiende hasta 10.

La mayoría de las viviendas están construidas de block, el techo es de lámina, y piso de cerámica. Las viviendas tienen 4 ambientes, y todas tienen una cocina.

La demanda de educación es cubierta por la Escuela Oficial Rural Mixta “Aldea Estanzuelas”, que atiende niños de primaria y preprimaria. Los estudiantes tienen la necesidad de ayudar a sus padres en el trabajo de campo, lo que afecta su

desempeño, además gran parte abandona la escuela cuando es tiempo del corte de café. CONALFA tiene centro de alfabetización en esta comunidad.

El puesto de salud más cercano se encuentra a 5 Km. Las enfermedades más comunes entre la población son: gripe común, diarrea y varicela.

En la comunidad hay mano de obra no calificada, comprendida entre las edades de 18 años en adelante. Los habitantes de la comunidad se dedican a la agricultura, desde los más pequeños hasta los ya ancianos; un miembro de cada hogar se dedica a la agricultura. En cuanto a la tenencia de la tierra, 5% son dueños y 95% son arrendatarios. Hay 5 tiendas que ofrecen variedad de productos, un salón Comunal, así como 3 iglesias católicas y dos evangélicas.

La organización comunal es a través del COCODE, Mi familia progresa, comité de la Iglesia y las juntas escolares de primaria y preprimaria.

El 85% de la población tiene celular, ya que las empresas de telecomunicaciones facilitan su adquisición; un agricultor promedio puede llegar a costearse uno. El 25% de las personas lee el periódico pero rara vez lo compra, debido a que el distribuidor no llega, sino que lo adquieren aprovechando el viaje al pueblo.

10.1.10 Aldea El Quequexque

La población total de esta comunidad es de 274 habitantes, con 139 hombres y 135 mujeres. En promedio una familia está constituida por 4 hijos.

La vivienda en esta comunidad es humilde y no llena las condiciones mínimas en aspectos habitacional, salud y seguridad. Están construidas de adobe, el techo es de teja y el piso de tierra. Las viviendas son de un solo ambiente, en algunos casos hay una cocina.

La demanda de educación es atendida por la Escuela Oficial Rural Mixta “Aldea El Quequexque”, a niños de primaria y preprimaria. Los estudiantes tienen la necesidad de ayudar a sus padres en el trabajo agrícola, lo que afecta su desempeño, además gran parte abandona la escuela cuando es tiempo del corte de café. CONALFA tiene centro de alfabetización en esta comunidad.

Para atender a la población en aspectos de salud existe un centro de acopio visitado por médico 1 vez a la semana. Las enfermedades comunes son: gripe común, diarrea y varicela.

Los habitantes de la comunidad se dedican a la agricultura, desde los más pequeños hasta los ya ancianos; por lo menos uno de cada familia se dedica a la agricultura. El 2% son dueños y el otro 98% son arrendatarios de la tierra. En la comunidad hay mano de obra no calificada, comprendida entre las edades de 18 años en adelante. Los pobladores están vinculados a la agricultura como medio de subsistencia, siendo muy pocas las fuentes de trabajo en el área; por lo que viajan al pueblo o al municipio próximo (Mataquescuintla) a adquirir la canasta básica y otras cosas que necesitan, ya que las tiendas no tienen tanta variedad de productos como para surtir a la población.

La organización comunitaria incluye al COCODE y Mi Familia Progresá, así como los Consejos de padres de familia de la escuela a nivel primario y preprimaria. La iglesia que hay en la comunidad es católica.

El 95% de la población tiene celular, porque las empresas de telecomunicaciones facilitan su adquisición; un agricultor promedio puede llegar a costearse uno. En esta comunidad nadie lee el periódico.

10.1.11 Morbilidad

En el Cuadro 10.1 se presentan las 10 primeras causas de morbilidad general y en menores de 1 año, registradas del 2007 al 2009 en el municipio de San Rafael las Flores.

EL perfil epidemiológico del distrito San Rafael las Flores, muestra que las enfermedades transmisibles como las respiratorias, las transmitidas por alimentos y agua, las de la piel y las infecciones del tracto urinario son las más frecuentes, todas ellas reconocidas como prevenibles. Las infecciones respiratorias (21% y 61%) es la primera y mayor causa de morbilidad general e infantil; las enfermedades transmitidas por alimentos y agua (12% y 6%), las enfermedades de la piel (3% y 5%), son otras causas de morbilidad general e infantil.

Cuadro 10.1 Diez primeras causas de Morbilidad General e Infantil del 2007 al 2009

Diez primeras causas de morbilidad general en el municipio				Diez primeras causas de morbilidad infantil en el municipio			
No.	Causas	No. casos	%	No.	Causas	No. casos	%
1	Infecciones respiratorias agudas	9,609	21%	1	Infecciones respiratorias agudas	3,883	61%
2	Enfermedades transmitidas por alimentos y agua	5,420	12%	2	Enfermedades Transmitidas por alimentos y agua	396	6%
3	Infecciones del tracto urinario	2,992	6%	3	Enfermedades de la piel	290	5%
4	Enfermedad péptica	1,945	4%	4	Neumonías	148	2%
5	Enfermedades de la piel	1,537	3%	5	Conjuntivitis	77	1%
6	Neumonías	675	1%	6	Infecciones de vías urinarias	67	1%
7	Alergias	660	1%	7	Alergias	22	0.3%
8	Micosis	479	1%	8	Micosis	17	0.2
9	Hipertensión arterial	478	1%	9	Cólico intestinal	17	0.2%
10	Neuralgias	474	1%	10	Otitis media	11	0.1%
	Resto de causas	22,334	48%		Resto de causas	1,439	23%
	Total	46,603	100%		Total	6,367	100%

Fuente: ASIS de San Rafael las Flores, octubre 2010 (3).

En el Cuadro 10.2 se muestra las causas de la morbilidad general y materna. Las principales causas de morbilidad materna, se refieren a problemas propios del embarazo, parto y puerperio. En el municipio de San Rafael Las Flores estas causas se reflejan en las infecciones del tracto urinario (50%); esta causa es la principal a nivel departamental y nacional, amenaza de aborto, infecciones genitales, hipertensión y aborto completo, que según el Cuadro 10.2, son las causas número 1, 4, 6, 8 y 9. El resto de causas de morbilidad en este grupo se refiere a las mencionadas en la morbilidad general, como las infecciones respiratorias agudas, enfermedad péptica y las neuralgias. Curiosamente, en este grupo se menciona a la amebiasis como una de las diez causas de morbilidad y esta no aparece en la morbilidad general ni en la infantil.

En la morbilidad de los tres grupos que se analizan (general, infantil y materno), el resto de causas representa un porcentaje para el grupo materno de 9%, para el infantil del 23% y para la morbilidad general del 48%. En ninguno de los tres grupos se registra la desnutrición como un problema de salud.

Las principales causas de morbilidad general, infantil y materna del municipio de San Rafael Las Flores durante los últimos años (del 2007 al 2009), reflejan el patrón que se observa en todo el país (8).

Cuadro 10.2 Causas de Morbilidad General y Materna del 2007 al 2009

No.	Diez primeras causas de morbilidad general en el municipio			No.	Diez primeras causas de morbilidad Materna en el municipio		
	Causas	No. casos	%		Causas	No. casos	%
1	Infecciones respiratorias agudas	9,609	21%	1	Infecciones del Tracto urinario	137	50%
2	Enfermedades transmitidas por alimentos y agua	5,420	12%	2	Infecciones Respiratorias Agudas	31	11%
3	Infecciones del tracto urinario	2,992	6%	3	Enfermedad Péptica*	31	11%
4	Enfermedad péptica	1,945	4%	4	Amenaza de Aborto	31	11%
5	Enfermedades de la piel	1,537	3%	5	Neuralgias	6	2%
6	Neumonías	675	1%	6	Infecciones Genitales durante el embarazo	4	1%
7	Alergias	660	1%	7	Amebiasis	3	1%
8	Micosis	479	1%	8	Hipertensión durante el embarazo	3	1%
9	Hipertensión arterial	478	1%	9	Aborto Completo	3	1%
10	Neuralgias	474	1%	10	Enfermedad Péptica ^{Ver Nota 1}	3	1%
	Resto de causas	22,334	48%		Resto de Causas	24	9%
	Total	46,603	100%		Total	276	100%

Fuente: ASIS de San Rafael las Flores, octubre 2010. (3) * Nota 1: así aparece en el documento del ASIS.

10.1.12 VIH/SIDA, Malaria, Dengue y Enfermedad de Chagas

En el municipio solo se reporta una muerte por sida en el año 2009; de los años anteriores no hay información de casos positivos, es probable que haya sub registro en la morbilidad por sida, debido a la escasa accesibilidad a las pruebas de tamizaje para detectar VIH y a la baja disponibilidad y accesibilidad local de medicamentos antiretrovirales, por lo que es difícil cuantificar si se ha detenido y comenzado a reducir la propagación del VIH/SIDA.

El municipio de San Rafael Las Flores es considerado de baja prevalencia para enfermedades transmitidas por vectores (ETV), no se reportan casos sospechosos ni positivos de malaria en los últimos 3 años; con respecto al dengue, el promedio anual en los últimos tres años era de tres casos por año; sin embargo en el año 2010 la incidencia aumentó, con más de 40 casos de enero a octubre, esto debido al invierno tan copioso, lo que produjo el aumento de criaderos útiles y no útiles, que favorecen la multiplicación del vector.

En el caso de la enfermedad de Chagas, según investigaciones entomológicas, San Rafael Las Flores ocupa el segundo lugar con mayor índice de infestación intradomiciliar por *Triatoma dimidiata* con 6.0 después de Santa María Ixhuatán.

10.1.13 Mortalidad

La mortalidad en San Rafael Las Flores se presenta en mayor porcentaje en la población por arriba de los 60 años de edad, grupo en el que se observan diferentes tipos de cáncer. Dentro de estos, el cáncer de próstata es el más frecuente. Los homicidios se encuentran entre las causas de muerte más importantes dentro del distrito, con una tasa de 129 por mil habitantes para el 2008.

Del Cuadro 10.3, se puede inferir que la violencia es una causa importante de muerte en este municipio, pues las heridas por arma de fuego y por arma blanca, ocupan el tercer y sexto lugar en la frecuencia de las causas de muerte. Si se suman ambas, “la violencia” pasaría a ser la segunda causa de mortalidad general. De nuevo queda la interrogante del resto de causas que en este caso provocan el 47% de las muertes en el municipio de San Rafael las Flores.

Cuadro 10.3 Diez primeras causas de Mortalidad General del 2007 al 2009

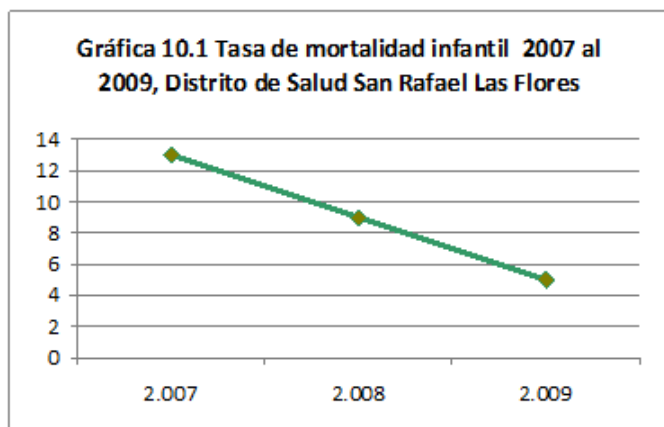
No.	Causas	Número de casos	Porcentaje	No.	Causas	Número de casos	Porcentaje
1	Tumores en diferentes órganos	18	13%	6	Herida por arma blanca	5	4%
2	Infarto Agudo al Miocardio	12	9%	7	Accidente cerebro vascular	4	3%
3	Herida por arma de fuego	10	7%	8	Parasitismo intestinal	3	2%
4	Neumonía y bronconeumonías	9	6%	9	Asfixia	3	2%
5	Diabetes mellitus	6	4%	10	Malformaciones congénitas	3	2%
	Resto de causas	67	47%				
	Total	140	100%				

Fuente: ASIS de San Rafael las Flores, octubre 2010 (3).

10.1.14 Tasas de mortalidad

a) Tasa de mortalidad infantil (menores de 1 año):

En la Gráfica 10.1, se observa que durante los últimos 3 años en San Rafael Las Flores la tasa de mortalidad infantil ha disminuido de un 13 hasta un 4.33 por mil nacidos vivos. La principal causa de muerte en los menores de un año está relacionada con cuadros diarreicos agudos.



Fuente: ASIS de San Rafael las Flores, octubre 2010. (3)

b) Tasa de mortalidad materna:

En el municipio de San Rafael Las Flores, no se registraron muertes maternas en los últimos tres años, por ende la razón de mortalidad materna ha persistido en 0, lo que ayuda al cumplimiento de los objetivos del milenio (ODM), que espera reducir la mortalidad materna de 248 que había en 1989, a 62 en el 2015, para todo el país.

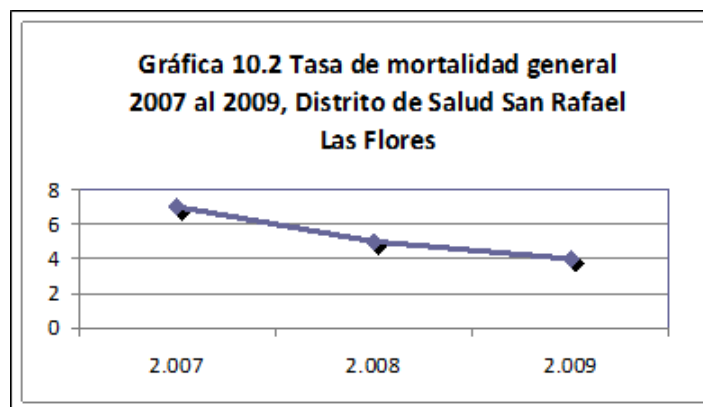
c) Tasa de mortalidad en mujeres en edad fértil (10 a 49 años):

La tasa de mortalidad en mujeres en edad fértil es una de las más bajas en todo el departamento de Santa Rosa, manteniéndose en los últimos dos años en 1 por mil habitantes, ninguno de los casos estuvo relacionado con el embarazo, parto y puerperio.

d) Tasa de mortalidad general:

La Gráfica 10.2 nos muestra que la tasa de mortalidad general se ha reducido de un 7 en el año 2007 a un 4 por mil habitantes para el año 2009. Se puede atribuir la mortalidad en el municipio en buena parte a los estilos de vida no saludables, y al alto

clima de violencia en la región, puesto que para el año 2008 San Rafael Las Flores presentaba la tasa más alta de homicidas en el área (129 por 100,000 habitantes).



Fuente: ASIS de San Rafael las Flores, octubre 2010(3).

Como parte del estudio de EIA de los túneles, se realizó el 21 de octubre del 2010 un monitoreo biológico de metales pesados a 15 miembros adultos de la comunidad, que a la vez se encuentran trabajando en la fase de exploración para la empresa minera San Rafael. Los metales pesados analizados en la sangre fueron plomo, hierro, cobre y zinc, así como mercurio de 24 horas en orina. Los análisis fueron realizados por el Laboratorio de Toxicología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En el Cuadro 10.4 se muestran los resultados del análisis de metales pesados efectuado; saliendo los resultados dentro de los valores normales. Únicamente se evidenciaron valores levemente por encima de los límites normales en el caso de hierro en 3 de los pacientes evaluados, pero reporta el laboratorio que se debe a hemólisis de las muestras y que no es un dato significativo. Este resultado era el esperado en esta fase del proyecto, pues al momento las 15 personas evaluadas no han tenido ninguna exposición importante a metales pesados, al igual que el resto de los comunitarios.

Cuadro 10.4 Resultados toxicológicos de metales pesados a 15 adultos sanos

Identificación del paciente	Plomo mcg%	Hierro mcg%	Cobre mcg%	Zinc mcg%	Mercurio mcg/L
Valores Normales:	Hasta 40	70 a 160	70 a 160	50 a 120	Hasta 20
Paciente (01)	3.00	113.30	85.80	56.00	0.85
Paciente (02)	4.00	132.40	93.80	67.00	1.06
Paciente (03)	4.00	154.30	86.00	56.00	1.16
Paciente (04)	2.00	147.80	82.20	95.80	0.99
Paciente (05)	14.40	65.10	60.28	88.20	1.37
Paciente (06)	4.40	154.30	100.40	79.80	1.09
Paciente (07)	3.60	154.80	78.10	95.60	1.25
Paciente (08)	3.00	244.00	96.20	86.00	1.45
Paciente (09)	1.00	144.40	95.60	76.80	1.09
Paciente (10)	2.00	122.20	94.80	70.60	2.89
Paciente (11)	3.00	192.00	73.80	84.80	2.54
Paciente (12)	1.00	151.50	85.20	75.80	1.60
Paciente (13)	2.00	152.90	66.20	85.00	1.02
Paciente (14)	3.00	249.10	96.40	100.40	1.12
Paciente (15)	1.50	146.60	76.40	68.00	0.81

Nota 1: Para proteger la confidencialidad de los pacientes, no se incluye el nombre. La identidad de cada paciente, se encuentra en el documento original. Fuente: Informe de Laboratorio de Toxicología, No. L.7984.10.10 al L.7998.10.10, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Departamento de Toxicología, Universidad de San Carlos de Guatemala, fecha 28/10/2010 ⁽¹¹⁾.

10.2 Seguridad Vial y Circulación Vehicular

El Municipio de San Rafael las Flores cuenta con la carretera departamental Santa Rosa 3-N asfaltada rumbo suroeste que entronca con la carretera Interamericana CA-1, asfaltada, de doble vía y en buen estado de vialidad; además cuenta con caminos vecinales, roderas y veredas que unen a sus poblados y propiedades rurales entre sí y con los municipios vecinos. En el Cuadro 10.5 se muestra el tránsito promedio diario (TPD) realizado en dos puntos entre Barberena a Casillas en el 2009 (kilómetro 61), por lo que el TPD en San Rafael Las Flores (kilómetro 97) se considera un 60% menor (comunicación personal con el Ingeniero Edgar De León, especialista en estudios viales).

Cuadro 10.5. Tránsito Promedio Diario en la Ruta Nacional 3 (RN-3)

Localización	Dirección	Total	Livianos	Pesados
Kilómetro 61, antes del cruce a Ojo de Agua	B>Casillas	563	452	111
Kilómetro 61, antes del cruce a Ojo de Agua	C>Barberena	525	419	106
A 1 kilómetro de Nueva Santa Rosa	B>Casillas	843	698	145
A 1 kilómetro de Nueva Santa Rosa	C>Barberena	947	765	172

Fuente: DGC 2010.

Durante el periodo de 12 horas del día jueves 21 de marzo del 2011 se llevó a cabo el estudio con el objeto de conocer las condiciones del tránsito y sus características, en el tramo carretero de la Ruta Departamental 3.

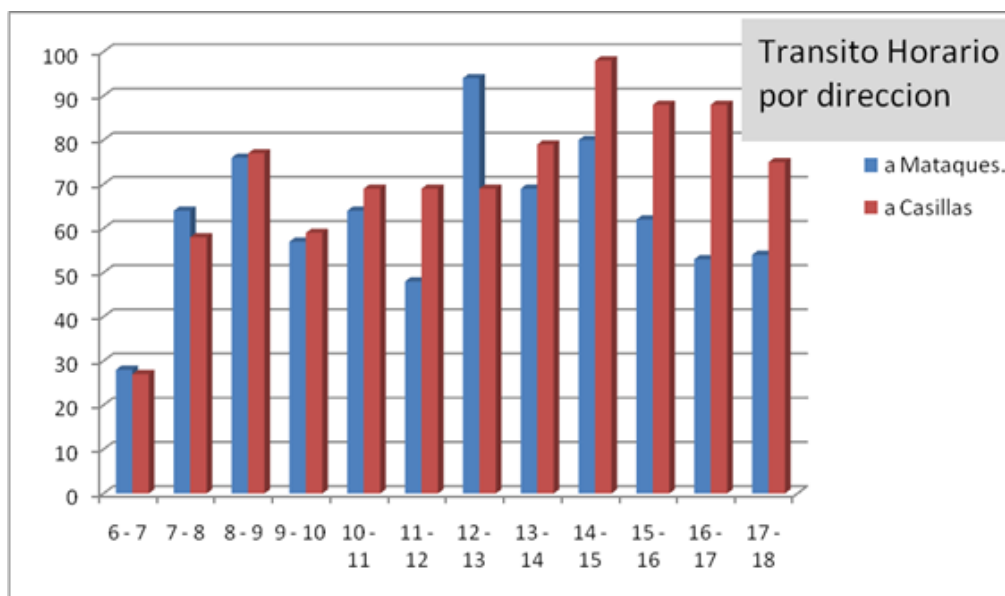


A continuación se ilustra en forma gráfica la distribución horaria por sentido, en la que el volumen de hora pico en sentido hacia Mataquescuintla es de 92 vehículos de las 12 a la 1 de la tarde. Mientras que en el sentido hacia Casillas la hora pico es de 2 a 3 de la tarde con 95 vehículos por hora.

El impacto de los viajes generados por el proyecto representara durante el año 2011 el 7 por millar, mientras que para el año 2021, o sea a 10 años plazo la proporción de los viajes será menor, alrededor del 6 por millar.

Esto indica que aunque el crecimiento del tránsito local crece a una tasa del 2.5%, el incremento en la generación de viajes proporcionalmente tiende a ser menor.

Por lo que los problemas de congestión que se darán en el tramo no se deben a la participación del tránsito generado por el proyecto.



El mantenimiento de los caminos asfaltados y de terracería está a cargo del Ministerio de Comunicaciones y se ejecuta a través de COVIAL. A continuación se describe el tipo y estado de los caminos hacia las comunidades del área de influencia del proyecto.

La Cuchilla: La carretera principal es de terracería y se encuentra en regular estado; en la época de lluvias es muy difícil su acceso en vehículos, aún de doble tracción. No llegan buses extraurbanos ni microbuses, el medio de transporte es a través de pick-up, y la mayor parte de la población se transporta caminando.

Los Planes: La carretera principal está compuesta por una parte de terracería y otra adoquinada; transitable todo el año. Llegan microbuses a la comunidad y la mayor parte de las personas se traslada en vehículos.

Las Nueces: La carretera principal es de terracería y se encuentra en regular estado. No llegan buses extraurbanos pero si microbuses; el medio de transporte es a través de pick-up, y la mayor parte de la población se transporta caminando.

San Rafael Las Flores (casco urbano): La carretera principal esta adoquinada y en buen estado. Llegan buses extraurbanos y microbuses, es transitable para cualquier clase de vehículo, la mayor parte de la población se traslada por medio de tuc-tuc.

El Fucío: La carretera principal es de terracería y se encuentra en regular estado. Hay microbuses que transportan a la población. La mayor parte de la población se traslada en pick-ups.

Sabana Redonda: La carretera principal está asfaltada y se encuentra en regular estado. El centro de la aldea es la terminal de buses pequeños que viajan de Mataquescuintla y retorna cada 12 minutos, estos buses están activos desde las 6:45 a.m. hasta las 6:30 p.m. También se cuenta con transporte hacia la capital a cada hora, estos inician desde las 03:00 a.m. hasta las 04:00 p.m. y retornan de las 09:00 a.m. hasta las 08:00 p.m.

El Volcancito: La carretera principal es de terracería y se encuentra en regular estado. No llegan buses extraurbanos ni microbuses, la mayor parte se traslada en pick-up.

San Juan Bosco: La carretera principal es de terracería y se encuentra en buen estado. No llegan buses extraurbanos pero si microbuses; el medio de transporte es a través de pick-up y microbuses.

Estanzuelas: La carretera principal está asfaltada y se encuentra en regular estado. Llegan buses extraurbanos y microbuses, cualquier vehículo puede llegar a la aldea.

El Quequexque: La carretera principal es de terracería y se encuentra en regular estado. No hay buses extraurbanos pero una vez a la semana llegan microbuses. La mayor parte de la población se traslada por pick-ups.

10.3 Servicios de Emergencia

El Municipio San Rafael las Flores cuenta con Subestación de la Policía Nacional Civil (PNC), perteneciente a la Comisaría de Cuilapa, Santa Rosa y con una subestación de bomberos. En el caso de desastres, la población es atendida también por la CONRED.

10.4 Servicios Básicos

10.4.1 La Cuchilla

El 95% de la población tiene agua entubada, mientras que el 5% restante consigue el agua que van a traer con cubetas, cántaros o tinajas al lugar más cercano. De

acuerdo al estudio realizado por Ingeniero Víctor Ramírez, hay una mala distribución del agua. Existe un nacimiento de agua que pertenece a Raúl Donis. El 85% posee energía eléctrica. No hay alumbrado público. Las letrinas son pozos ciegos, no se les hace ningún mantenimiento.

10.4.2 Los Planes

El 90% de la población tiene agua entubada. El 75% de las viviendas no clora el agua, mientras que el 45% si la hierve. El 70% posee energía eléctrica. Hay alumbrado público. Hay letrinas.

10.4.3 Las Nueces

El agua es captada en nacimientos que son administrados por la comunidad y se encarga de clorar el agua. El 80% de la población tiene agua entubada, mientras que el 20% restante consigue el agua en nacimientos, transportada en cubetas, cántaros y tinajas. El 80% posee energía eléctrica. No hay alumbrado público. Las letrinas son pozos ciegos, no se les hace ningún mantenimiento.

10.4.4 San Rafael Las Flores (casco urbano)

El agua es captada en dos nacimientos de agua administrados por la comunidad, quien se encarga de clorarla. Actualmente, se ha finalizado la perforación de un pozo mecánico y puesto en operación con apoyo financiero de la empresa Minera San Rafael S. A. El 99% de la población tiene agua entubada. El 100% posee energía eléctrica. Hay alumbrado público. Las letrinas son baños lavables. El 75% de los habitantes tienen estufa de gas, mientras que el 25% tienen estufas de leña. La leña en esta comunidad es difícil de conseguir por lo que es necesario comprarla.

10.4.5 El Fucío

El agua en la comunidad es captada de nacimientos administrados por la comunidad, quien se encarga de clorarla. El 73% de la población tiene agua entubada, mientras que el 27% restante consigue el agua en un pozo y la llevan en cubetas, cántaros y tinajas. El 40% posee energía eléctrica, mientras que el 60% no tiene, ya que no llega

la red de distribución. No hay alumbrado público. Las letrinas son pozos ciegos, y no se les hace mantenimiento. Dadas las facilidades económicas, el 40% de la población tiene estufa de gas. La leña en esta comunidad es bastante fácil de conseguir por lo que el 10% de hogares tiene estufas de leña formal, mientras que el 50% usan fogón.

10.4.6 Sabana Redonda

El agua en la comunidad es captada gracias a nacimientos de agua, administrados por la comunidad, siendo ella quien se encarga de clorarla. El 100% de la población tiene agua entubada. El 95% posee energía eléctrica. Hay alumbrado público. Las letrinas son formales. Debido a la cercanía con el casco urbano y las facilidades económicas, el 45% de la población tiene estufa a gas. El nacimiento es de agua tibia por lo cual los pobladores lo denominan así.

10.4.7 El Volcancito

El agua en la comunidad es captada de dos nacimientos administrados por la comunidad, siendo ella la encargada de clorarla. En este caso, no hay presupuesto para comprar cloro. El 95% de la población tiene agua entubada, mientras que el 5% restante consigue el agua y la llevan por medio de cubetas, cántaros o tinajas. El 90% posee energía eléctrica, mientras el 10% no puede mantener el costo de la energía. No hay alumbrado público. Las letrinas son pozos ciegos y no se les hace ningún mantenimiento. La leña en esta comunidad es bastante fácil de conseguir, por lo que la cocina es de leña, de lo cual el 75% son estufas formales, mientras que el 25% son fogón.

10.4.8 San Juan Bosco

El agua en la comunidad es distribuida gracias a nacimientos de agua, que son administrados por la comunidad, quien se encarga de clorarla. El 100% de la población tiene agua entubada. El 88% posee energía eléctrica. Hay alumbrado público. Las letrinas son formales. La leña en esta comunidad es bastante fácil de conseguir, por lo que la cocina es directamente de leña, del cual el 95% son estufas formales y el 5% son fogón.

10.4.9 Estanzuelas

El agua para la comunidad es captada en dos nacimientos administrados por ella, siendo también la encargada de clorarla. En este caso, no hay dinero para comprar cloro. El 95% de la población tiene agua entubada. El 85% posee energía eléctrica. Hay alumbrado público. Las letrinas son formales. La leña es bastante fácil de conseguir, por lo que la cocina es directamente de leña, del cual el 5% son estufas formales, y el 95% son fogón.

10.4.10 El Quequexque

El agua en la comunidad es captada de nacimientos que son administrados por la comunidad. En esta comunidad no se clora el agua. El 95% de la población tiene agua entubada, mientras que el 5% restante consigue el agua y la traen por medio de cubetas, cántaros o tinajas del lugar más cercano. El 90% posee energía eléctrica, mientras que el 10% no puede pagar el costo de la energía. No hay alumbrado público. Las letrinas son pozos ciegos, no se les hace ningún mantenimiento. La leña en esta comunidad es bastante fácil de conseguir, el 5% son estufas de leña formales y el 95% son fogón.

10.5 Percepción local Sobre el Proyecto

10.5.1 Antecedentes

10.5.1.1 Programa de información

Los medios de difusión de información utilizados por la empresa Minera San Rafael, S. A. desde el año 2007 a la fecha han sido: i) Charlas informativas, ii) Visitas al proyecto Escobal, y iii) Visitas a otros proyectos mineros como Cerro Blanco, San Martín, en Honduras, Marlin, entre otros. Algunos de los esfuerzos de informar a la población interesada han sido llevados a cabo, debido a que en diversos casos las reuniones han sido boicoteadas, con el afán de evitar que la población tenga acceso a información de parte de la empresa.

Durante los años 2007 a la fecha se han impartido charlas informativas a más de 3,000 personas. Durante este tiempo, los temas de las charlas se han enfocado al proceso de exploración superficial y subterránea. Así como más de 350 personas han

realizado visitas guiadas al proyecto Escobal con el objetivo de verificar los trabajos que se realizan en el área. Adicionalmente, más de 360 personas han participado en viajes a otras minas de metales preciosos dentro y fuera de Guatemala. Las minas visitadas se han encontrado en distintas fases (exploración, explotación y cierre técnico), por lo que la población que ha participado ha tenido oportunidad de conocer todas las fases del proceso de extracción.

Tomando en cuenta que próximamente se iniciarán las gestiones para solicitar la licencia de explotación, se hizo necesario cambiar la temática de las charlas a impartir. De esta cuenta, durante el 2011 se han tocado temas relacionados al aprovechamiento de los minerales y la tecnología a utilizar en el proyecto Escobal.

En el presente año, los medios de comunicación e información relacionados a la actividad minera se han diversificado. Entre otros, se cuenta con un periódico comunitario que cuenta con una edición mensual, se envían semanalmente mensajes de texto a más de 700 celulares, se han emitido comunicados y boletines informativos y se han producido cápsulas de video informativas. Lo anterior se une a las charlas informativas y visitas al proyecto que se continúan realizando periódicamente.

A continuación se describe el programa de información que se desarrolló recientemente con la población del municipio de San Rafael Las Flores.

Objetivo:

Informar a la población del municipio de San Rafael Las Flores, acerca del proceso minero a establecerse en el proyecto Escobal.

Herramientas y técnicas a utilizar en cada charla:

Las charlas fueron y serán dirigidas a grupos de personas de aldeas y caseríos del municipio, así como grupos de interés sectoriales tanto públicos como privados, como el magisterio, salud, ganaderos, propietarios de camiones, constructores, jóvenes, deportistas, la municipalidad, etc.

En cada charla informativa se utiliza material de apoyo que facilita la comprensión y despierta el interés de los participantes. El material de apoyo y su respectiva técnica incluye:

Material	Técnica
Mapa con la fotografía aérea	Mapeo participativo
Maqueta del modelo de elevación digital	Explicación de los sistemas hidrológicos
Presentación en power point	Metodología ERCA (experiencia, reflexión, conceptualización y acción)
Maqueta de los túneles de acceso a la veta	Explicación didáctica sobre los túneles
Experimento del proceso de flotación	Demostración de los principios de flotación
Demostración de botes de agroquímicos altamente tóxicos	Reflexión sobre los cuidados necesarios para el uso de agroquímicos tóxicos

En las charlas participan hombres y mujeres de distintas edades y condiciones socioeconómicas. Durante cada charla se cuenta con una agenda que guía la discusión y el intercambio de los participantes. A continuación se presenta la agenda modelo de las charlas realizadas.

Actividad	Tiempo
Registro de participantes (entrega de gafetes)	15:30 a 15:45
Bienvenida por el COCODE	15:45 a 15:50
Oración	15:50 a 16:00
Participantes exponen sus inquietudes	16:00 a 16:10
Presentación del proceso de minería: Experiencias y conocimientos de los participantes sobre minería Reflexiones y emociones positivas Porqué es necesaria la minería (uso de metales en el hogar) La construcción del túnel, demostración de la maqueta del túnel. El proceso de extracción de la plata, ensayo del proceso de flotación Uso de químicos en la industria y agricultura Generación de empleos Proyectos comunitarios de desarrollo sostenible	16:10 a 17:00
Conclusiones	17:00 a 17:10
Refacción	17:10 a 17:30

Resultados del programa de información en el 2011:

En el Cuadro siguiente se lista los grupos a quienes se les impartió charlas. Durante ese período se dieron charlas a alrededor de 1,000 personas de distintas comunidades del municipio.

Fecha (2011)	Grupo	Participantes
3 marzo	Presidentes de COCODE	14
5 marzo	Jóvenes	18
5 marzo	Propietarios de camiones	27
7 marzo	Iglesia el Remanente	20
9 marzo	Estudiantes de básico del instituto por cooperativa	60

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO ESCOBAL

10 marzo	Alfabetizadores de CONALFA	9
10 marzo	Comunidad La Cuchilla	19
11 marzo	Directores de escuelas	25
12 marzo	Trabajadores de construcción	51
12 marzo	Comunidad La Cuchilla	20
13 marzo	Comunidad Las Cortinas	21
17 marzo	Comunidad Quequexque	35
18 marzo	Trabajadores de construcción	28
18 marzo	Comunidad los Planes	23
19 marzo	Comunidad Las Nueces	40
19 marzo	Comunidad Los Vados	39
22 Marzo	Chan Grande	31
23 marzo	La Vega	30
24 marzo	Instituto por cooperativa	34
26 marzo	Comunidad San Rafaelito	48
26 marzo	Comunidad Media Cuesta	90
28 marzo	Comunidad Estanzuelas	66
30 marzo	Comunidad El Fucío	31
31 marzo	Comunidad Sabana Redonda	21
1 abril	Vecinos de san Rafael Las Flores	18
1 abril	Comunidad El Cielito	24
6 abril	Instituciones del pueblo	8
7 abril	Comunidad El copante	25
15 abril	Investigadores USAC	12
		Total: 887

Durante las charlas se utilizó la metodología ERCA (Experiencia, Reflexión, Conceptualización y Acción). Esto permitió un debate y diálogo extenso entre las personas participantes y los facilitadores de las charlas. En el recuadro siguiente se presentan las principales inquietudes que manifestaron los participantes.

1. Si es cierto que se va a contaminar el agua.
2. Si es cierto que se va a perforar en terrenos ajenos a la empresa.
3. Si las explosiones van a derrumbar el cerro.
4. Que se va a acabar el agua del pueblo.
5. Si se les va a caer el pelo y la piel.
6. Que si se va a contaminar el medio ambiente.
7. Que si es cierto que se va a acabar el agua de la laguna de Ayarza.
8. Que si se van a botar químicos en los ríos.
9. Que se va a hacer con la tierra que sacan de los túneles.
10. Que si los túneles van a quedar huecos o abiertos.
11. Que si se van a ver afectados físicamente los nacimientos de los niños.
12. Que si es cierto que va a ver algún temblor que cause daños a las viviendas.
13. Que si es cierto que los animales al nacer van a sufrir malformaciones o que pueden hasta morir.
14. Que si las siembras, como por ejemplo los cafetales, se van a contaminar.

De acuerdo a distintos grupos que recibieron las charlas, existen algunas preocupaciones que se detallan a continuación:

Maestros: Les preocupa la actitud que algunos habitantes de las comunidades puedan tomar contra ellos, al momento de dar información sobre el proyecto minero a los alumnos o población en general, debido a que, personas ajenas a las comunidades influyen negativamente en ellos, y esto crea una confusión y rechazo al proyecto minero. Además, desean saber por cuánto tiempo se extienden las licencias para poder extraer la plata. Que hacen con la tierra que sale de los túneles. Cuestionaron sobre si se van a reforestar las áreas que sean deforestadas. Los túneles serán sellados o quedaran abiertos. Que se hará con los residuos minerales que quedan después de extraer la plata.Cuál es la función del cianuro.

Vecinos: Los vecinos se enfocaron en algunos rumores que se comentan en las distintas comunidades de San Rafael las Flores, siendo los siguientes: Que los cerros se van a derrumbar en su totalidad. Que las casas se van a rajar y se caerán. Que los niños van a nacer con enfermedades de la piel, sin brazos, sin piernas o sin cabeza etc. Dicen que hay que investigar más a fondo sobre el tema minero y no dejarse llevar por cualquier información, porque eso nos confunde y nos mal informa. Tienen expectativas en torno al proyecto minero Escobal.

Trabajadores de la construcción: Expresaron que muchos de ellos no tienen conocimiento sobre el trabajo que el proyecto minero está realizando. Que hay personas que están en contra del proyecto minero y que estas personas son ignorantes, poco informadas, muy prepotentes y abusivas. También expresaron que países desarrollados como México y Chile tienen desarrollo gracias a los proyectos mineros establecidos en sus países. Desean que el bienestar y el progreso también estén presentes en San Rafael Las Flores.

Las preguntas manifestadas fueron: Que pasa si a la hora de hacer el túnel se encuentra una vena de agua. Los túneles serán reforzados después de dinamitar y sacar la tierra. Qué clase de químicos se utilizaran durante la extracción de la plata. Que se hace con el agua usada en la mina es reciclada o tirada al río.

10.5.1.2 Talleres participativos

Por las actividades de exploración ya ejecutadas por la empresa, los vínculos con personas del municipio (compra de tierras, contratos de personal, aprovisionamiento de materiales e insumos, etcétera) y el movimiento de personas y vehículos dentro del área adyacente y la cabecera municipal, se puede inferir que todas las personas de las comunidades saben y conocen del desarrollo de la actividad minera en el municipio de San Rafael las Flores.

Así también, la empresa por intermedio del equipo técnico del departamento de Desarrollo Sostenible, ha venido realizando actividades de información y sensibilización tanto en las comunidades de influencia directa como en las de influencia indirecta, mediante visitas domiciliarias, charlas informativas a grupos, organización de grupos para visita a proyectos mineros localizados en el país y en Honduras, participación y desarrollo de proyectos comunitarios como circulación del perímetro de escuelas, ampliación de aulas escolares, entrega de útiles escolares a todos los niveles, mejoramiento de áreas deportivas escolares, construcción y equipamiento de un pozo para abastecimiento de agua en la cabecera municipal, complemento a inversiones en educación en escuelas e institutos del área urbana (construcción de puertas, balcones, otros), salón multiusos en la sede de la administración escolar municipal, capacitación en computación, inglés, cocina y desarrollo de exposiciones al público, entre otras actividades.

De manera que ha habido suficiente información general sobre la actividad minera en San Rafael las Flores, que se constituye en contexto suficiente para realizar talleres en las comunidades para sistematizar información sobre las percepciones de las mismas sobre el impacto en la sociedad y el ambiente local.

El 13 de abril del 2011 se conversó telefónicamente con el Párroco de San Rafael Las Flores, Néstor Melgar, solicitándole una reunión para conversar sobre el estudio de EIA que se estaba realizando, quién nos refirió a la Diócesis de Cuilapa, a la cual se envió una carta solicitando una audiencia para exponer sobre los estudios que se están realizando, no habiendo obtenido respuesta a la fecha. En el Anexo 16 se adjunta copia de la carta enviada, así como una síntesis de las manifestaciones de distintas organizaciones sobre el proyecto.

10.5.2 Metodología participativa

La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68-86) en su artículo 8 (Reformado por el Decreto del Congreso Número 1-93), manifiesta que todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda afectar a los recursos naturales renovables, al ambiente, al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, debe previamente a su desarrollo presentar un estudio de evaluación del impacto ambiental. El Acuerdo Gubernativo 431-2007, norma la forma y contenido de la realización de los estudios ambientales, señalando en el título VIII, artículo 72, la necesidad de desarrollar una participación pública con el propósito de considerar la percepción ciudadana respecto al proyecto, obra, industria o cualquier actividad anteriormente señalada.

En ese sentido, dentro de los Términos de Referencia para el estudio de evaluación de impacto ambiental se contempló realizar una consulta comunitaria en dos sentidos, a saber: i) realización de un sondeo con autoridades municipales e informantes calificados, mediante entrevistas semi-estructuradas; y ii) talleres de consulta comunitaria o de participación comunitaria.

Para la realización de los talleres participativos de consulta con las comunidades se definió ejecutarse con la participación de 20 a 30 personas de cada comunidad, convocadas por intermedio del Comité de Desarrollo Comunitario, COCODE. Para lo cual la oficina de Desarrollo Sostenible de la empresa Minera San Rafael hizo los contactos con los miembros directivos del COCODE en forma escrita para definir la fecha, hora y número de participantes. Una vez definida la fecha, el o los representantes del COCODE hicieron una convocatoria a los miembros de la comunidad. Posteriormente, y según la fecha convenida, en cada comunidad se realizó el taller participativo comunitario.

La agenda del taller participativo comunitario, consistió en tres partes. Una primera, dónde la empresa minera presentó el Proyecto. La segunda, consistió en dar una explicación a los participantes de lo que es y el significado de los Estudios de Impacto Ambiental y de la necesidad de realizar consultas con la comunidad para conocer opinión que tienen sobre el proyecto minero y sus posibles efectos. En la tercera parte se procedió a abrir la participación de las personas convocadas para que mostrasen la percepción de las mismas respecto del Proyecto ya expuesto, considerando las preguntas guías siguientes:

¿Piensan los miembros de la comunidad que les afectará negativamente las acciones indicadas en la explotación y procesamiento de minerales?

¿Tienen alguna preocupación sobre efectos directos e indirectos de la actividad minera?

¿Qué expectativa de beneficios, piensan que pueden tener los comunitarios, por la actividad de la empresa minera San Rafael?

¿Cuál debiera ser una buena forma de relación y cooperación entre la comunidad y la empresa minera?

¿Cómo piensan que pudiera haber una mejor comunicación entre la empresa y la comunidad?

¿Le afectará a la comunidad que personas de otros lugares del país y fuera del país vengan a vivir a la zona?

Los talleres participativos se llevaron a cabo en los lugares siguientes: La Cuchilla, Los Planes, El Fucío, Sabana Redonda y en la cabecera municipal de San Rafael Las Flores. También se realizó una reunión con miembros de la corporación municipal de San Rafael Las Flores. En el Anexo 16 se adjunta lista de los participantes a los talleres y actas de los COCODES, así como copia de la carta a la Municipalidad de San Rafael Las Flores.

10.5.2.1 Información presentada en las dos primeras secciones de la agenda abordada con cada comunidad

Presentación del Proyecto de Explotación Minera

Personal del Departamento de Desarrollo Sostenible de la Empresa Minera San Rafael hizo la presentación del proyecto de explotación y procesamiento minero en cada una de las comunidades y talleres realizados, utilizando diapositivas. El personal manifestó que en ocasiones anteriores habían hecho la misma presentación, por lo que para la presente actividad se hace un resumen general.

Informaron que la fase de construcción para la explotación minera durará alrededor de 1 año y por 18 años la empresa espera extraer concentrado de plomo, equivalente en 13 millones de onzas de plata al año. Por ser una mina subterránea no se espera impactos ambientales superficiales significativos si se compara con una a cielo abierto. El material a extraer se triturará y pulverizará con máquinas especiales, luego por el sistema de flotación se extraerá el material principal, posteriormente se compactará y se enviará al puerto de salida para ser llevada a otro país.

Para la flotación se hará uso de dos copitas Bayer de cianuro de zinc por cada tonelada de material base (50 miligramos/tonelada); se utilizará como espumante sulfato de zinc o sulfato de cobre. Se espera obtener una libra de concentrado de plomo (plata incluida) por cada tonelada de material que se procese. Se utilizará alrededor de 300 galones de agua por minuto. Se tomarán todas las medidas de mitigación necesarias para evitar daños al ambiente y a las personas del área de influencia de la actividad minera.

Citan también los beneficios esperados para la economía y sociedad del municipio de San Rafael las Flores, como empleo a entre 800 a 1,000 personas en la fase de construcción y entre 500 a 600 empleos en la fase de explotación y procesamiento del mineral. Se cumplirá con la legislación nacional en el pago de regalías que se estiman en US\$80 millones durante la vida del proyecto. Además se estima que un pago anual de US\$6 millones de IVA y US\$16.5 millones en impuesto sobre la renta. Esta situación permitirá una expansión económica en el municipio, por la apertura de otro tipo de negocios asociados al crecimiento económico.

10.5.2.2 Presentación de la consulta con la comunidad en el ámbito del Estudio de Impacto Ambiental

Personal de Asesoría Basterrechea Asociados S. A., hizo una exposición sobre el mandato legal de la realización del Estudio de Impacto Ambiental que la empresa debe entregar al Ministerio de Ambiente y de Recursos Naturales. Explica también en que consiste el ambiente mediante un esquema triangular dónde se destaca el suelo como sustentador de vida, el agua como fuente de vida, el aire que permite la vida; luego la importancia de la vida vegetal y animal en el equilibrio ambiental, principalmente las funciones que tienen los árboles y los bosques, tanto como las personas, varones y mujeres, las familias y la sociedad como parte central del ambiente y del análisis ambiental. Posteriormente se hace referencia al impacto de las actividades humanas, entre ellas la minería, al medio natural y social, obligando a tomar medidas de mitigación ambiental y disponer de un plan de gestión ambiental que posteriormente estaría monitoreando el Ministerio de Ambiente y de Recursos Naturales. Por último se expone la necesidad de contar con la percepción de los impactos ambientales y sociales por parte de la población que vive en las áreas cercanas al aprovechamiento minero, como también de las expectativas que se tienen

respecto a la actividad de la empresa minera San Rafael, buscando la opinión bajo el esquema triangular presentado, lo cual se resume en los siguientes apartados.



Fotografía 10.1 Maqueta que ilustra la forma en que se extraerá el mineral en la Minera

10.5.3 Resultados de la Consulta

10.5.3.1 Comunidades próximas al Proyecto

Se realizó un taller para cada una de las comunidades siguientes: Caserío Los Planes, Caserío La Cuchilla y Caserío Las Nueces. En los apartados siguientes se resume la percepción de los participantes sobre la explotación minera que estaría realizando la Empresa Minera San Rafael.

a) Caserío Los Planes

Los datos del Censo de Población de 2002 indicó que esta comunidad se integraba por 223 personas en 42 hogares (5.3 personas por hogar); unas 278 personas a 2011, de acuerdo con una proyección de crecimiento demográfico de 2.5%. Cuenta con una escuela de tres aulas. 88% de los hogares tienen servicio de agua domiciliar, la diferencia se abastece por medio de pozos o manantiales cercanos. El camino de acceso a la comunidad se había venido utilizando en la primera fase de exploración minera, hoy día se tienen otras opciones de caminos, por lo que el tránsito vehicular diario ha disminuido considerablemente. La comunidad desarrolla una agricultura intensiva, bajo riego y de secano, sembrando principalmente cebolla y tomate,

complementados con maíz y frijol para el autoconsumo. La comunidad ha sido empleadora de mano de obra para lugares circunvecinos.

- *Efectos adversos o preocupaciones percibidas por la comunidad producto de la explotación minera*

✓ Por la experiencia de actividades mineras anteriores que explotaban antimonio en la cercanía de la comunidad, se sabe que no hubo disposición adecuada del material, que luego con las lluvias se fue a los zanjones y causó daño en las propiedades de abajo. Entonces la pregunta fue: ¿Se tomarán las precauciones para que no se de ese problema en la actualidad?

Se les indicó que los materiales a extraer de los túneles luego de ser procesados serán depositados adecuadamente en el sitio denominado de “colas” y la mayor parte se regresará a los túneles (relleno), ya que se tomarán todas las medidas para evitar que el agua se lleve sedimentos y ocasione daños en las partes bajas.

✓ Les preocupa que el agua que utilizan para fines domésticos y de riego se contamine o que haya escasez por el aprovechamiento minero.

En ese tema se expresó que la empresa estará realizando todas las medidas de mitigación ambiental, ya que se tratarán las aguas residuales, que evitarán descargas dañinas al agua que utiliza la comunidad, sea para consumo doméstico o para fines de riego, lo cual evitará cualquier daño en las aguas río abajo. En el tema de escasez se indica que no afectará porque se extraerá agua desde muy profundo y la empresa estará monitoreando la situación del agua a lo largo de la explotación minera.

✓ Preguntan sobre lo que hará la empresa minera en los casos en que ocurra escapes de agua contaminada.

Por ahora se estarán tomando todas las medidas de mitigación preventivas; accidentes podrían ocurrir y para ello se tomarán los correctivos necesarios.

✓ Les preocupa que las explosiones tanto en la apertura de los túneles como en las actividades de aprovechamiento subterráneo minero, por las vibraciones, y que afecten o causen daños a sus viviendas.

Se informó a los participantes en el taller que el carácter de las explosiones será controlado y que para efectos de la dimensión del ruido y las vibraciones la empresa estará realizando mediciones con el propósito, entre otros, de no afectar a los pobladores de áreas vecinas y sus viviendas.

- ✓ Manifiestan preocupación por una eventual contaminación de los suelos producto del uso de productos químicos.

Se les informó que las áreas expuestas serán las cercanas a los portales y donde estarán las instalaciones de proceso, todas en terrenos de la empresa, por lo que no afectará las tierras de la comunidad. Para evitar la contaminación de los suelos la empresa estará tomando las medidas de mitigación adecuadas.

- ✓ Preguntan si los túneles pasarán por debajo de terrenos que la empresa no ha comprado.

Se indica que conforme al diseño actual los túneles estarán solo por debajo de las áreas que son propiedad de la empresa.

- ✓ Exponen que por efecto de la contratación de jóvenes en la empresa y lo elevado de los salarios en comparación con lo que han venido pagando en las actividades agrícolas se han ido quedando sin disponibilidad de mano de obra, obligándose a traer gente de otras comunidades que les cobran salarios mayores. Probablemente en el mediano plazo resulte poco atractivo dedicarse a la actividad agrícola, puesto que dejaría de tener retornos positivos. Expresan que por ese efecto, la empresa debiera dar trabajo a la mayor parte de miembros de la comunidad; por ejemplo, asegurar que al menos un miembro de cada familia tenga trabajo con la empresa, teniendo como política de empleo elementos que favorezcan a las comunidades que sufrirán los efectos económicos de la actividad de la empresa minera.

- *Expectativas de beneficios en la comunidad por efecto de la actividad minera*

- ✓ Obtener empleo para cada hogar de los integrantes de la comunidad Los Planes.
- ✓ Que parte de los fondos en concepto de regalías se otorgue directamente a una asociación de la comunidad sin que tenga que pasar por la Alcaldía Municipal. Para el efecto, apoyar que se legalice totalmente la asociación y que pueda manejar directamente los fondos.

Sobre el tema de los fondos se expuso que la ley establece que la regalía deba otorgarse a la municipalidad y no a otro ente, sugiriendo que los representantes del COCODE local sean más pro-activos en la participación del Consejo Municipal de Desarrollo y que ejerzan también un papel de fiscalizador en el uso de los fondos.

- ✓ Desarrollar actividades de capacitación para buscar nuevas opciones económicas para los habitantes de la comunidad.
- ✓ Apoyar a la comunidad en proyectos de desarrollo y de beneficio global, tal como ha ocurrido con la escuela y con los caminos.
 - *Mejora de relación entre la comunidad y la empresa minera*
- ✓ Que la empresa minera San Rafael explique con mayor detalle la forma en que va a trabajar la explotación y procesamiento del mineral, quizá en un día completo. Que aproveche a la juventud local y la prepare para poder acceder a la Internet y se conozca de los impactos ambientales de la actividad minera en otros países del mundo, todo con el propósito de no dejar dudas e incertidumbre en los pobladores de la comunidad.



Fotografía 10.2 Exposición del proyecto Minero, por personeros de la Minera en Aldea Los Planes

b) **Caserío La Cuchilla**

El Censo de Población de 2002 indicó que esta comunidad se integraba por 226 personas en 36 hogares (6.3 personas por hogar); unas 282 personas a 2011, de acuerdo con una proyección de crecimiento demográfico de 2.5%. Cuenta con una escuela de tres aulas. 89% de los hogares tienen servicio de agua domiciliar, la diferencia se abastece por medio de pozos. El camino de acceso a la comunidad es bastante empinado y de difícil tránsito. La comunidad ha vivido de una agricultura de subsistencia de maíz y frijol, cría de animales de traspatio, la cosecha de algunos

árboles de café y de la venta de mano de obra en pequeñas fincas cafetaleras localizadas en el lugar y también en las actividades hortícolas del caserío Los Planes.

- *Efectos adversos percibidos en la comunidad por la actividad minera*

- ✓ La comunidad reitera lo expresado en la consulta comunitaria realizada para efectos del EIA de los túneles, en el sentido de que el aprovechamiento minero les ha afectado económicamente, puesto que en la actualidad solamente entre 20 y 25% de las familias tienen al menos un miembro trabajando con la empresa, pero manifiestan que todos o la mayoría debieran ser contratados por la empresa, dadas las razones siguientes:

Alrededor de 30 manzanas de terreno cultivadas con café por los antiguos dueños hoy pertenecen a la empresa minera, la que al no dedicarlas a la caficultura les ha limitado una fuente de trabajo para hombres, mujeres y niños, aunque reconocen que voluntariamente vendieron sus tierras.

Varios de los habitantes de la comunidad arrendaban tierras con los antiguos dueños (Q. 600.00/manzana/año), las que dedicaban al cultivo de maíz y frijol, pero hoy no tienen acceso a esas tierras, debiendo ir a buscar tierras a lugares más lejanos y con pagos de renta del doble de lo que pagaban antes.

Los hogares se han quedado sin una fuente regular de abastecimiento de leña, ya que en el pasado colectaban leña (ramas secas) en terrenos que hoy son de la empresa minera y que tienen vedado el acceso, esto repercute negativamente en el presupuesto familiar, puesto que tienen que comprar leña. Asimismo, no pueden pastorear en esas tierras sus pocas cabezas de ganado vacuno.

Por las razones expuestas anteriormente, piensan que la empresa les debiera compensar proporcionando trabajo al menos a un miembro de cada familia, con lo cual generarían ingresos que aliviarían la presión económica que tienen.

- ✓ Indican haber acordado con la empresa minera que por dos años iban a sostener el arrendamiento de tierras en fincas que adquirieron de los antiguos propietarios, pero no han cumplido, ya que solamente aceptaron un año de trabajo (2009/2010), más no 2011/2012, que es el siguiente ciclo de cosecha.

- ✓ Sienten temor de que las explosiones por la construcción de los túneles y la extracción de minerales puedan perjudicar sus viviendas.

Al respecto se les informó que las explosiones serán controladas y sujetas a medición para evitar daños colaterales.

- ✓ También sienten temor de que la actividad minera les afecte la salud por efecto de la contaminación que podría generarse en el agua y en el aire (caída del pelo, enfermedades de la piel, infertilidad de las personas).

Se informó que la empresa minera San Rafael, estará tomando todas las medidas de prevención de daños al ambiente y las personas para evitar contaminación en el agua y en el aire.

- ✓ Preguntan si el agua de las corrientes superficiales, subterráneas y la laguna de Ayarza serán objeto de contaminación.

Se reiteró en la explicación que la empresa estará tomando todas las medidas de prevención para evitar daños en las corrientes de agua. Para el efecto ya se está monitoreando la calidad del agua en los sitios de interés, actividad que se seguirá haciendo a lo largo del aprovechamiento minero. En cuanto a la laguna de Ayarza, esta se encuentra en otra microcuenca ajena y lejana a la microcuenca El Escobal.

- *Expectativas de beneficios en la comunidad por efecto de la actividad minera*

- ✓ Alrededor de 20 a 25% de las familias de la comunidad tienen a un miembro trabajando actualmente con la empresa. Sin embargo, piensan que por los efectos adversos a la economía de todas las familias de la comunidad, citados anteriormente, la empresa podría tener al menos un miembro de cada familia en su planilla de trabajo.

- ✓ En relación a proyectos comunitarios, no se ven beneficios para la comunidad, puesto que no se ven proyectos de desarrollo comunitario, como lo están haciendo en otras comunidades que están alejadas del sitio principal de trabajo, pareciera que les tienen olvidados.

- *Mejora de relación entre la comunidad y la empresa minera*

- ✓ Que la empresa minera San Rafael les tome en cuenta para establecer proyectos de desarrollo comunitario, tales como mejorar el camino de acceso a la comunidad

(a la fecha ya se está haciendo), mejorar el abastecimiento de agua potable, mejoramiento de las instalaciones de la escuela, actividades de capacitación para el trabajo en mujeres y hombres de mayor edad y que no encuentran trabajo con la empresa.

- ✓ Mantener un diálogo con la comunidad, principalmente con los líderes comunitarios, mejorando la información que les llega sobre las actividades mineras, aclarando sobre los efectos adversos y sobre todo que estén seguros que no tendrán efectos negativos como les indican que está ocurriendo en San Marcos.

c) **Aldea Las Nueces**

De acuerdo con los datos del Censo de Población 2002, la aldea se integraba por 691 personas en 127 hogares (5.4 personas por hogar); unas 863 personas a 2011, de acuerdo con una proyección de crecimiento demográfico de 2.5%. Se integra por dos sectores, el sector Centro y el sector del Barrio San Antonio. Cuenta con una escuela con aulas para todos los grados de primaria y un puesto de salud. El 72.4% de los hogares cuentan con servicio de agua domiciliar, la diferencia se abastece por medio de pozos o manantiales cercanos. El camino de acceso es transitable en todo tiempo, aunque con alguna dificultad en el tiempo de lluvia. La comunidad vive de una agricultura basada en el cultivo de café, animales de traspatio y la siembra de granos básicos, tanto como de las remesas que envían familiares residentes en Estados Unidos.

Los participantes en el taller informan que en esta aldea hay dos sectores, el sector centro está abiertamente en contra de la actividad minera, mientras que en el barrio San Antonio no se manifiesta la inconformidad, pero si hay incertidumbre de lo que podría ocurrir con esta nueva actividad económica.

- *Efectos adversos percibidos en la comunidad por la actividad minera*

- ✓ Ha fomentado la división entre los dos sectores, anteriormente divididos solamente por la existencia de dos proyectos distintos de abastecimiento de agua domiciliar. Hoy día los del sector centro están influenciados por la Iglesia Católica, al indicar que la actividad minera es muy dañina al ambiente y a la salud de las personas. Las personas del Sector Centro les han pedido a los del Barrio San Antonio que no participen de las actividades promovidas por la empresa minera.

- ✓ Siempre expresan preocupación de que al estar en la parte alta del cerro El Escobal en algo puedan salir perjudicados. Expresan preguntas como las siguientes: ¿Qué pasará sobre las áreas dónde estarán los túneles? ¿Afectará las cosechas de maíz y café?

Se les informó que no habrá efectos sobre las siembras en las zonas que están por encima de los túneles, si ese fuera el caso.

- ✓ Expresan temor de que la gente de otros lugares que han sido tradicionales compradores de café del área, (comerciantes y consumidores), desvaloricen o no compren el café de la localidad, por el argumento de que esté contaminado por la actividad minera.

Se les informó que no habrá efecto de esta naturaleza, ya que no estará directamente en contacto la actividad minera con el cultivo de café.

- ✓ Preguntan sobre el uso de los explosivos y si los sismos botaran sus casas.

Se informó que las explosiones serán controladas y de carácter focal, y no causarán daños a la infraestructura de la comunidad.

- ✓ En el tema de la salud, preguntan si habrá cambios negativos en la salud de las personas (el pelo, la piel, la fertilidad, las enfermedades pulmonares).

Se les informó que se está monitoreando el estado de la salud del municipio a través de los registros en el Centro de Salud. Las actividades de la empresa no causarán daños en la salud de las personas; en todo caso, el monitoreo constante de este tema estará mostrando que se han tomado todas las medidas de prevención necesarias para no causar daño a las personas.

- ✓ Preguntan lo que hará la empresa si encuentra venas de agua en la perforación de los túneles.

Se informó que la empresa no podría trabajar en el agua; de encontrar “venas de agua”, estas serían canalizadas hacia fuera del túnel y estarán controladas.

- ✓ Preguntan lo que hará la empresa con las descargas de agua que estén utilizando en el proceso de flotación del mineral.

Se les informó que estas serán tratadas y que no se descargará a los afluentes aguas contaminadas.

- *Expectativas de beneficios de la comunidad respecto de la actividad minera*
- ✓ Oportunidad de trabajo en la empresa minera para algunos hijos de miembros de la comunidad. Actualmente hay muy pocos de esta comunidad que estén trabajando para la empresa minera.
 - ✓ Que ayuden con proyectos de reforestación en fincas pequeñas, medianas y grandes de la comunidad.
- *Mejora de relación entre la comunidad y la empresa minera*
- ✓ Mejorar la comunicación para que puedan tener explicación sobre los problemas ambientales y sociales de la actividad minera, que según entienden han surgido en el departamento de San Marcos.
 - ✓ Realizar proyectos comunitarios de beneficio colectivo, tal como lo prometido con la construcción de un pequeño puente, el cual al no estar hecho como lo ofreció la empresa, ha sido cuestionado por el grupo que no es afín a la minería.



Fotografía 10.3 Foto del taller participativo en caserío Las Nueces.

10.5.3.2 Comunidades más alejadas dentro del área de influencia directa

Se realizaron talleres participativos de consulta comunitaria en los caseríos El Fucío, la aldea Sábana Redonda y en el pueblo de San Rafael las Flores. En esta última localidad se realizaron tres talleres con grupos especiales, uno con jóvenes, otro con adultos y un tercero con personas de las instituciones públicas y entidades privadas

que trabajan en el municipio. Los resultados de la participación en estos talleres se resumen en los apartados siguientes.

a) **Caserío El Fucío**

El Fucío se localiza al sureste del sitio donde se realizará la explotación minera. En el año 2002, según el Censo de Población esta comunidad contaba con 333 personas en 70 hogares (4.8 personas por hogar); unas 416 personas al 2011, de acuerdo con una proyección de crecimiento demográfico de 2.5%; la comunidad se encuentra muy dispersa y se subdivide en sectores. Cuenta con una escuela de tres aulas. El 65.7% de los hogares cuentan con servicio de agua domiciliar. La vida económica de la comunidad depende de los cultivos básicos de maíz y frijol, como del cultivo de café. Hay familias que ofrecen su mano de obra a una empresa avícola que opera en las cercanías.

- *Efectos adversos percibidos en la comunidad por la actividad minera*

- ✓ No se sabe, es incierto. La empresa afirma que tomará todas las medidas para no afectar la vida de las personas y del ambiente; sin embargo, hay opiniones de personas e instituciones que afirman que si tendrá efectos sobre el ambiente. De manera que solo se sabrá si hay efectos adversos o no en el transcurso de la explotación minera
- ✓ Una participante indica que la mina no está cerca de la comunidad y ésta, por ser subterránea, no cree que les afectará a ellos. La empresa no botará árboles y cree que ellos tienen la tecnología para resolver cualquier problema ambiental y social que se genere.
- ✓ Otros participantes manifiestan su preocupación por el agua subterránea ya que esta es la fuente de alimentación de los sistemas de agua potable que abastecen a la región, la cual puede escasearse o contaminarse.

Se indicó que la empresa está monitoreando la calidad y cantidad del agua que está en su zona de influencia. Al mismo tiempo se indica que se tomarán en cuenta todas las medidas de prevención para evitar estos problemas. Algunos participantes también opinaron que si la empresa no botará árboles, entonces no habrá efectos sobre el agua.

- ✓ Otros indican que no saben qué va a pasar con las venas de agua que encuentren al hacer los túneles y realizar el aprovechamiento minero.

Se explicó que en el interior de la mina no se puede trabajar si hay agua, por lo que esta será extraída y controlada, previo a su descarga.

- ✓ Preguntan si las explosiones con dinamita generarán sismos que afectará sus viviendas.

Se explicó que el manejo y uso de explosivos será bajo control especial y que no será sensible en la comunidad, ni generará daños en las viviendas.

- ✓ En el tema de salud hacen las preguntas siguientes: ¿Habrá daños en la salud de los niños y que solo se pueda percibir cuando estos sean adultos? ¿Cómo establecerán control y línea base?

En este tema se explicó que la empresa realiza estudios epidemiológicos y llevará un monitoreo a lo largo del trabajo de explotación y procesamiento del mineral, para establecer cambios en la salud de las personas, y para demostrar que por efecto de la actividad minera no se pueden mostrar efectos adversos.

- *Expectativas de beneficios de la comunidad respecto de la actividad minera*

- ✓ Creen que habrá prosperidad económica en el municipio de San Rafael las Flores y eso es positivo para la población.
- ✓ Estiman que habrá empleo para algunas personas del municipio y de la comunidad El Fucío, tienen la expectativa que todos puedan salir beneficiados con trabajo por parte de la empresa.
- ✓ Que nuestros hijos no estén enfermos y que la empresa pueda apoyar el sistema municipal de salud que garantice el servicio y las medicinas para los niños.
- ✓ Que apoye el desarrollo de proyectos comunitarios, tal como que el servicio de agua que llegue a toda la comunidad, ya que actualmente no todas las familias tienen este servicio.
- ✓ Que desarrollen trabajos para las mujeres y que puedan generar ingresos mediante proyectos como corte y confección, cocina, producción de especies menores.

- *Mejora de relación entre la comunidad y la empresa minera*
- ✓ Esperan que la empresa durante todo el tiempo muestre transparencia, que no engañe a la comunidad, que siempre diga la verdad, que tome en cuenta la opinión de las personas sin importar su nivel educativo y si tiene o no tiene dinero.
- ✓ Que se apoye el desarrollo social de la comunidad en beneficio de todos.



Fotografía 10.4 Vista de la exposición en el taller en El Fucío

b) **Aldea Sábana Redonda**

Sabana Redonda está asentada sobre la carretera asfaltada que de Nueva Santa Rosa lleva a Mataquescuintla, muy próxima a la cabecera municipal de San Rafael Las Flores. Su ubicación en el tramo carretero le permite desarrollar un activo comercio. La mayor parte de los habitantes se dedican a la agricultura y ganadería. El Censo de Población de 2002 indicó que la comunidad tenía 602 habitantes en 130 hogares (4.6 personas por hogar); unas 752 personas a 2011, de acuerdo con una proyección de crecimiento demográfico de 2.5%. La comunidad cuenta con servicios básicos de electricidad, educación y salud. El 98.5% de los hogares tiene servicio de agua domiciliar, apenas dos hogares se abastecen de agua por medio de pozos.

- *Efectos adversos percibidos en la comunidad por la actividad minera*
- ✓ Una participante compara la extracción de minerales con un donante al que se le extrae sangre, si se extrae con moderación y cuidado para no causar

desequilibrios en la vida del donante (para la minera el área de explotación), no habrá dificultad en el desarrollo de esta actividad, pero si se extrae más allá del equilibrio, causará desastres y pone en peligro la vida del donante. Espera que la seriedad de la empresa tome en cuenta el ejemplo para no provocar daño a la población.

- ✓ Por el uso de químicos por parte de la empresa, preguntan si sus tierras dejarán de producir, maíz, hortalizas, café y otros cultivos.

Se les informó que la actividad minera no afectará su actividad productiva agrícola.

- ✓ Preguntan si se contaminará el agua subterránea, ya que es una de las fuentes principales de agua para uso doméstico en la localidad.

Se informa que la empresa está tomando todas las medidas de prevención para no afectar la calidad del agua subterránea de la localidad, para el efecto están llevando mediciones de la calidad del agua.

- ✓ En el tema de aire, preguntan si habrá contaminación del aire por los químicos que utiliza la empresa, ya que algunos podrían no tener olor y los pobladores no darse cuenta que se están contaminando.

Se informa que la empresa tomará todas las medidas para evitar la emisión de productos químicos a la atmósfera.

- ✓ Preguntan si afectará la vida y salud la presencia de polvo que se provoque por el aprovechamiento minero.

Se informó que se estarán tomando todas las medidas para evitar el polvo y que este llegue a afectar a la comunidad de Sábana Redonda y demás vecinas.

- ✓ Con respecto a las explosiones con dinamita, preguntan si afectará al cerro Colis u otros cerros cercanos. ¿Habrá deslaves que les afecten a ellos?

Se informa que el uso de la dinamita y las explosiones estarán bajo control y que no afectará a las montañas o cerros, porque serán focalizadas y las mismas controladas. En el caso del material que se extraiga de los túneles y el aprovechamiento minero, será acondicionado en las afueras de los portales y se evitará que estos se erosionen y enviar sedimentos a los cauces de los ríos.

- ✓ Preguntan si habrá tala de árboles en los sitios en que trabajará la empresa. ¿Tienen programas de reforestación?

Se informa que la tala será mínima. La empresa facilitará la regeneración natural y promoverá la arborización en sus terrenos.

- ✓ Después de 18 años de operación de la empresa y dado que compró varios terrenos, a quién le queda la propiedad de la tierra. ¿Será posible que la entreguen a una asociación de desarrollo y que se pueda formar un museo vivo?

Se informó que hubo acuerdos en la compra de los terrenos y se respetará lo acordado con los antiguos dueños.

- *Expectativas de beneficios de la comunidad respecto de la actividad minera*

- ✓ Los participantes indican que en la actualidad se han creado fuentes de trabajo y ha contribuido al crecimiento de la economía de San Rafael Las Flores. Para la fase de explotación minera preguntan si la empresa dará prioridad en el empleo a los habitantes de San Rafael las Flores.

Se informó que la empresa tratará de priorizar a personal local, siempre que se llenen las calificaciones para los puestos de trabajo.

- ✓ Reconocen que ha habido proyectos financiados por la empresa minera que favorecen a la comunidad, tal como el mejoramiento en las condiciones de la escuela de la aldea. Al respecto preguntan si trascenderá a otros sectores, como el servicio de drenaje en la comunidad.

Al respecto se informa que las contribuciones de la empresa con regalías a la municipalidad podrán dar origen a recursos que puedan ser empleados en satisfacer demandas comunitarias, para lo cual deben participar en las decisiones del Consejo Municipal de Desarrollo.

- *Mejora de relación entre la comunidad y la empresa minera*

- ✓ Que la empresa capacite a hombres y mujeres de la comunidad para prepararlos en el trabajo que puedan hacer en la actividad minera
- ✓ Que tenga programas de beca a niños y niñas vulnerables para que puedan acceder a la escuela primaria y secundaria.

c) **Pueblo de San Rafael Las Flores**

El área urbana de San Rafael Las Flores se localiza en un pequeño valle a una altura de 1,330 metros sobre el nivel del mar. Está atravesado por el río San Rafael y la quebrada El Salitrillo. El Censo de Población de 2002 indicó que el pueblo tenía 2,427 habitantes en 556 hogares (4.4 personas por hogar); unas 3,061 personas a 2010, de acuerdo con una proyección de crecimiento demográfico de 2.5%. Cuenta con varios servicios públicos como escuelas, centro de salud, juzgado de paz, iglesia parroquial y la sede municipal. El 95.3% de los hogares acceden al servicio de agua por cañería, la diferencia se abastece por medio de pozos. La actividad económica de la cabecera municipal transcurre en la prestación de servicios públicos, alguna actividad comercial y artesanal, así como sede de familias que hacen actividad agrícola en las cercanías.

Tal como se indicó anteriormente, en la población se realizaron tres talleres participativos, uno con personas jóvenes, otra con adultos y una tercera con personal de las instituciones públicas y privadas que trabajan en la localidad. Los resultados de cada taller se exponen a continuación.

d) **Taller con jóvenes**

Hacen ver que la opinión que expresan es lo que han escuchado de la gente mayor en la interacción que tienen con ellos.

- *Efectos adversos percibidos en la comunidad por la actividad minera*



Fotografía 10.5 Taller con Jóvenes

La gente está preocupada por la contaminación del agua. Reconocen que actualmente las aguas en el pueblo están contaminadas por desechos de beneficiado de café (pulpa y mieles), limpieza de bombas de fumigar, el riego de viveros de cebolla, tomate y chile y los restos de suelo contaminado con químicos va a los ríos, pero sobre todo el drenaje de las aguas negras de San Rafael Las Flores. La gente manifiesta que si a lo anterior se añade la contaminación por químicos y sedimentos provenientes de la minera, hará más difícil la vida en el lugar. Manifiestan también que han escuchado que existe el riesgo de que se sequen las fuentes de agua por el aprovechamiento intensivo que hará la minería.

En el diálogo con los jóvenes manifestaron que han recibido información de la oficina de Desarrollo Sostenible y que ellos creen que no habrá problemas como los indicados anteriormente, no obstante, están haciendo llegar el sentir de las personas mayores que viven en el pueblo.

- ✓ Preguntan si habrá hundimientos en el suelo provocados por el aprovechamiento de las aguas subterráneas por parte de la minera.

Se les informa que la empresa estará tomando todas las medidas de prevención para evitar problemas de hundimientos en el suelo.

- ✓ Saben que la empresa minera San Rafael ha comprado mucha tierra de personas particulares en el municipio, les preocupa si por medio de ese control la empresa regulará e influirá en la conducta de la población local.

Al respecto se les informó que la empresa aplicará su derecho sobre las propiedades adquiridas, pero ello no implica que tenga influencia sobre las personas, menos aún que defina la conducta de la población.

- ✓ Saben que hay muchas personas que trabajan para la empresa minera San Rafael que no son del pueblo, incluso extranjeras, esto afectará las costumbres de la población, por ejemplo, el saludarse entre personas que se encuentran en la calle, cosa que no hacen los extraños, y preguntan, ¿quién está siendo responsable de que se respete la cultura del pueblo?

Se explicó que sobre este tema podrían plantearlo al departamento de Desarrollo Sostenible para que puedan trabajar en doble vía, uno con la población local para informar sobre la conducta y práctica de los trabajadores de la empresa y otra para que ese departamento lleve la voz a la oficina de Recursos Humanos para que tome en cuenta estos criterios en el código de conducta de los trabajadores de la empresa.

- ✓ Expresan que como los trabajadores de la empresa minera tienen mayor capacidad de compra, influyen en los niveles de precio de los bienes y servicios en la comunidad. ¿Tomarán medidas para no perjudicar a las familias que no dependen de la minería?

Se informa que este tema es de competencia de la política pública nacional, la empresa no puede influir de manera directa en un sistema de información y/o control de precios.

- *Expectativas de beneficios de la comunidad respecto de la actividad minera*
- ✓ Oportunidades de trabajo para el próximo futuro de los jóvenes
- ✓ Capacitación con becas para continuar estudios secundarios y universitarios
- *Mejora de relación entre la comunidad y la empresa minera*
- ✓ Comunicación por parte de la empresa mediante eventos públicos en el parque central convocando a toda la población y de ingreso libre.

e) **Taller con adultos**

- *Efectos adversos percibidos en la comunidad por la actividad minera*

Los asistentes expresaron que sobre el tema hay incertidumbre de lo que pueda pasar en el futuro. Han recibido orientación por parte de la empresa minera que la creen muy adecuada, sin embargo, manifiestan, a manera de preocupaciones, las inquietudes siguientes:

- ✓ El uso de químicos para el procesamiento minero ¿afectará el agua y la salud de las personas (caerles el pelo, por ejemplo)?

Se les informó que la empresa minera San Rafael estará tomando todas las medidas preventivas para evitar daños en el agua y en la salud de las personas.

- ✓ Preguntan si afectará el proyecto minero a un pozo de agua en el pueblo que está a 75 metros de profundidad.

Se explicó que la empresa estará monitoreando la calidad y cantidad de agua en la microcuenca de intervención e irá tomando las medidas de precaución para evitar problemas en la disponibilidad de agua para los distintos usos actuales.

- ✓ En el tema de la calidad del agua, la experiencia reciente en el pueblo de que el agua del pozo que perforó la empresa minera para beneficio del abastecimiento de agua domiciliar, se identificó que el agua tenía un olor a azufre y un sabor desagradable. ¿Se incrementará este problema con la actividad minera?

Se explicó que lo ocurrido en el pueblo fue por falta de comunicación de que las primeras aguas de aprovechamiento del pozo debieron haberse dejado correr en los

grifos de los hogares, hasta conseguir la calidad apropiada del agua. Este tema no tiene conexión con el aprovechamiento minero. En todo caso, la empresa estará monitoreando la calidad de las aguas en los alrededores de las actividades que se encuentre desarrollando.

✓ Preguntan lo que hará la empresa si encuentra una vena de agua en la apertura del túnel y durante el aprovechamiento minero.

Se informó que de encontrarse agua en la perforación de los túneles esta sería extraída, puesto que no permitiría el trabajo normal en la mina.

✓ El uso de explosivos provocará mucho ruido y vibraciones que rajen las casas.

Sobre este tema se explicó que la empresa hará uso de explosivos de manera controlada, que no serán perceptibles en el pueblo, por lo que no afectará la vida y los bienes de las personas en el pueblo de San Rafael las Flores.

✓ Como el plomo es un material contaminante, al procesar el material extraído de la mina preguntan si ¿afectará la salud de la población y de los trabajadores?

Se informó que la empresa estará tomando todas las medidas de seguridad industrial en el procesamiento del material por extraer, con lo cual se protegerá a los trabajadores. Emisiones al ambiente que afecten la salud de las personas en el pueblo no habrán.

✓ Indican que en el pueblo hay personas que están inconformes con la actividad minera, y creen que no van a cambiar de opinión. Preguntan ¿Qué estrategia usará la empresa para influir en la opinión de estas personas?

Se informa que la empresa continuará informando a las personas sobre el tipo de trabajo que está realizando y estará cooperando con varias actividades de desarrollo social en la comunidad, para que se le reconozca un espacio en el desarrollo social de San Rafael. Asimismo, con el devenir del tiempo en el desarrollo del proyecto de explotación minera, irá demostrando que todas sus acciones serán respetuosas al medio natural y a la vida de las personas.

- *Expectativas de beneficios de la comunidad respecto de la actividad minera*

✓ Obtención de empleo por parte de personas del pueblo y las comunidades circunvecinas.

- ✓ Mejoramiento económico en la población por la expansión de la actividad minera.
- ✓ Que la empresa apoye los planes de desarrollo del municipio.
 - *Mejora de relación entre la comunidad y la empresa minera*
- ✓ Establecer comunicación masiva en el pueblo utilizando pantallas gigantes y convocando a todos sus miembros a informes públicos en la plaza pública.
- ✓ Desarrollar proyectos de impacto social como los proyectos de reforestación en distintas áreas del municipio.

f) Taller con personal de las instituciones

Para propiciar la participación de las personas presentes en el taller se indicó que ellos fuesen portavoces tanto de las preocupaciones de sus instituciones como de las personas que acuden a ellas en búsqueda de información sobre los posibles impactos al ambiente y las personas de parte de la actividad minera.



Fotografía 10.6 Taller con personal de instituciones públicas y privadas con representación en el municipio

- *Efectos adversos percibidos por la actividad minera*
- ✓ Se manifestó la preocupación de la gente sobre la escasez y contaminación del agua. En el primer tema se preguntó sobre los efectos que podría tener el uso del agua por parte de la empresa a los usuarios existentes que tienen pozos artesanales o bien a las fuentes de agua que se tienen en la microcuenca El Escobal.

Se informó que la empresa está haciendo los estudios para evaluar la cantidad y calidad del agua subterránea, actualmente hace monitoreos y lo seguirá haciendo en pozos artesanales y otras fuentes, para generar información sobre el comportamiento de las aguas subterráneas y tomar decisiones si hubiese cambios significativos que puedan afectar a los actuales usuarios del agua.

- ✓ En el tema de escasez de agua, preguntan si por el mucho uso de agua que hará la empresa minera, afectará a los usuarios actuales por escasez o carestía total.

Al igual que en el caso anterior se expresó que el monitoreo y medidas de prevención por parte de la empresa evitará daños a los usuarios actuales de agua.

- ✓ Manifiestan también que la población está preocupada porque el agua reciba la contaminación por cianuro.

En el tema de agua se ha expresado que se hacen monitoreos actuales de cantidad y calidad de agua; asimismo, se tomarán las medidas de prevención para no afectar la calidad del agua que surte a la población.

- ✓ Manifiestan la preocupación de la reciente puesta en operación del pozo de agua que se hizo con aportes de la empresa minera San Rafael, ya que esta fue de mal olor, mal sabor y se presumen problemas en la salud de las personas que la utilicen.

Al respecto se menciona que por un error de comunicación las autoridades municipales no advirtieron a los usuarios que al inicio de la operación del pozo, deberían dejar correr el agua de sus grifos, para que saliese el agua que había estado en contacto con la perforadora. La oficina del Ministerio de Salud ha pedido muestras de la calidad del agua, posterior al inicio de operaciones del pozo y los primeros resultados indican que el agua es apta para consumo humano.

- ✓ Preguntan sobre el tratamiento que se le dará a las aguas residuales producto del proceso de flotación.

Se informó que la empresa reciclará el agua para sus procesos de producción, al mismo tiempo, las tratará para no descargar aguas contaminadas a los afluentes naturales.

- ✓ Preguntan sobre lo que hará la empresa si encuentran aguas subterráneas al momento de abrir y operar los túneles.

Se informó que la empresa tendrá que extraer las aguas porque no podría operar con ellas, se evitará descargar aguas contaminadas, ya que serán tratadas.

- ✓ Expresan también que las personas les han manifestado preocupaciones sobre los efectos en los cultivos agrícolas de tomate, café, cebollas, producto de la actividad minera

Se expresa que no habrá ninguna afectación directa en los cultivos agrícolas por parte de la actividad minera.

✓ Mencionan también que la aparición de la empresa minera San Rafael ha propiciado que existan dos grupos en la población, unos que están a favor de la actividad minera y otros que están en contra de la misma.

- *Expectativas de beneficios en la comunidad respecto de la actividad minera*

Se mejorará la economía del municipio producto de la generación de empleo y el movimiento que este permite en toda la actividad económica del lugar.

Sin embargo, también se tiene temor de los efectos sociales del crecimiento económico, como el surgimiento de cantinas, bares, prostíbulos y alguna delincuencia conexas.

- *Mejora de relación entre la comunidad y la empresa minera*

Informar permanentemente a la comunidad mediante actividades masivas sobre los avances que tiene la actividad minera y sobre las medidas de mitigación ambiental que se están tomando.

g) Reunión focal de sondeo con autoridades municipales

En una reunión de trabajo siguiendo los lineamientos de la técnica de entrevista semi-estructurada se tuvo la oportunidad de percibir el sentir de las autoridades municipales de San Rafael las Flores respecto a la actividad minera de la empresa minera San Rafael.



Fotografía 10.7 Reunión con el Consejo Municipal de San Rafael Las Flores

Estuvieron presentes el Señor Alcalde Municipal Marvin Pivaral Montenegro, el Síndico I Eslin Fernando Montenegro García, el Concejal II Carlos Enrique Gonzáles del Cid, el Concejal III Eduardo Pérez y Pérez, además el encargado de la Oficina Municipal de Planificación y el Señor Secretario Municipal. Por parte de la empresa consultora Asesoría Basterrechea S. A., estuvieron presentes el Dr. Manuel Basterrechea y el Lic. David Castañón.

La reunión se inició agradeciendo la oportunidad de poder conversar con representantes de la autoridad municipal de San Rafael Las Flores y se explicó el propósito de la misma en el marco del Estudio de Impacto Ambiental de la fase de explotación procesamiento del mineral que se pretende realizar en el municipio de San Rafael las Flores, por parte de la Empresa Minera San Rafael.

Los participantes expresaron los comentarios y apreciaciones siguientes:

- ✓ Que han sido informados en distintas ocasiones sobre la actividad minera por parte de personeros de la Empresa Minera San Rafael.
- ✓ Indican que es positivo que en el marco del EIA se hayan visitado las comunidades del municipio cercanas al Proyecto El Escobal, porque los comunitarios tienen muchas dudas acerca de la actividad minera y ha sido ocasión para darles información de primera mano y para ir sensibilizando sobre el tema a los comunitarios.
- ✓ Preguntan si por intermedio de las consultas comunitarias en el marco del EIA se puede establecer el porcentaje de población que está en contra y a favor de la minería. Se informó que las consultas se hicieron con grupos de pobladores convocados por el COCODE local a entre 20 y 30 personas, no siendo asambleas comunitarias para medir proporciones. En todo caso se expuso que fue ocasión para que los participantes en los talleres indicarán sus percepciones e inquietudes sobre el proyecto minero El Escobal.
- ✓ Reconocen que hay un conflicto entre el posicionamiento de la Iglesia Católica y la actividad minera, que les ha afectado políticamente, ya que en ocasiones se ha puesto en entredicho el actuar de la corporación municipal.
- ✓ Preguntan para confirmar si el cianuro será utilizado para el procesamiento de la plata en el proceso de explotación minera del municipio. Se informó que sí, pero no en magnitud significativa, dado que el proceso de obtención de materiales se hará por el sistema de flotación, la cual estará bajo permanente control de la empresa para evitar daños al ambiente y la salud de las personas.
- ✓ Preguntan también sobre el material a depositar en el sitio de colas. Al respecto se les informó que se tomarán todas las medidas de prevención ambiental para evitar daños significativos al ambiente y la salud de las personas.

- ✓ Preguntan también sobre la forma y modalidades de llevar el control de la producción en la mina. Al respecto se señala que la empresa hará los reportes al Ministerio de Energía y Minas, quién a la vez, supervisará el proceso y auditará la información que les consignan.
- ✓ Reconocen que hay beneficios para los habitantes del municipio en la generación de empleo y ampliación de las actividades económicas, recomiendan siempre que se priorice la asignación de contratos de trabajo a vecinos de San Rafael las Flores.
- ✓ Por último expresan que la Administración Municipal no puede oponerse a la actividad minera en su municipio, por el hecho de que el aprovechamiento minero estaría siendo autorizado por el Gobierno Central y ellos acatarían esas disposiciones. Lo que si recomiendan es que la empresa tome todas las medidas preventivas para evitar daños al ambiente y la vida de las personas de su municipio y que las autoridades centrales correspondientes, como el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y el Ministerio de Energía y Minas cumplan con hacer los monitoreos pertinentes y hacer valer las disposiciones legales para la protección de la vida y salud de las personas y del ambiente del municipio.

Percepciones del espectro de información relevada en los talleres participativos

La población que participó en los talleres de consulta comunitaria ha recibido información previa sobre la actividad minera, mediante charlas y exposiciones por parte de personal de la Empresa Minera San Rafael; algunas personas han podido visitar otros proyectos mineros como Cerro Blanco en Asunción Mita, Marlín en San Miguel Ixtahuacán y en la República de Honduras. Tienen un criterio general de lo que es la actividad minera y la forma en que la Empresa Minera San Rafael se propone realizar el aprovechamiento minero en la localidad, respetando las leyes nacionales y poniendo en marcha toda la tecnología y medidas conocidas para evitar daños al patrimonio natural y social de San Rafael las Flores.

No obstante, tienen preocupaciones de lo que podría suceder respecto a posibles impactos en el agua, en el suelo, en los cultivos y en la salud de las personas, toda vez que aún no se está realizando el aprovechamiento minero, por lo que mantienen un buen grado de incertidumbre sobre el futuro. Esto porque hay un grupo de actores

muy eficaces en el entorno social local, que manifiestan su oposición a la actividad minera y que mantienen un buen nivel de comunicación con las personas y las comunidades locales en virtud de la identidad religiosa de la población, quienes, a la vez, brindan información sobre lo que son sus expectativas de impactos ambientales y sociales de la actividad minera, generando incertidumbre entre los comunitarios, los que expresan la necesidad de contar con información de un “tercero” que haga una exposición más neutral respecto a los posibles impactos sociales y ambientales de la actividad minera.

El entramado social requiere que la oficina de Desarrollo Sostenible de la Empresa Minera San Rafael, mantenga una permanente comunicación y acompañe en proyectos de desarrollo comunitario de alta sensibilidad social a las comunidades de San Rafael las Flores, para mantener un equilibrio en la conducta y práctica social de las comunidades que minimice conflictos sociales con la Empresa Minera San Rafael.

10.6 Infraestructura Comunal

La Infraestructura con que cuenta el municipio San Rafael Las Flores y sus comunidades consiste en carretera asfaltada y de terracería, puentes, escuelas primarias urbanas y rurales, e institutos de educación básica; centros de salud, mercado municipal, etc. En el inciso 10.4 anterior “Servicios Básicos”, se describió la infraestructura existente en cada una de las comunidades. Sin embargo, a continuación se amplía algunos aspectos de este tipo.

De acuerdo a la información proporcionada por la Supervisora de Educación del municipio de San Rafael Las Flores, actualmente la cabecera municipal cuenta con 1 escuela y 1 instituto de educación básica. En los poblados se encuentran únicamente escuelas de nivel de preprimaria y primario.

En la cabecera municipal San Rafael Las Flores se localiza un centro de Salud Tipo “A” que presta servicios básicos a la población. El hospital más cercano se ubica en Cuilapa, a 55 Km de San Rafael Las Flores. Los puestos de salud tipo “B” están ubicados en Los Planes, Sabana Redonda y atienden a las comunidades que se encuentran en los alrededores.

También tienen un salón municipal, localizado en la planta baja del edificio municipal que es utilizado para diversos tipos de eventos, tales como conciertos, festividades,

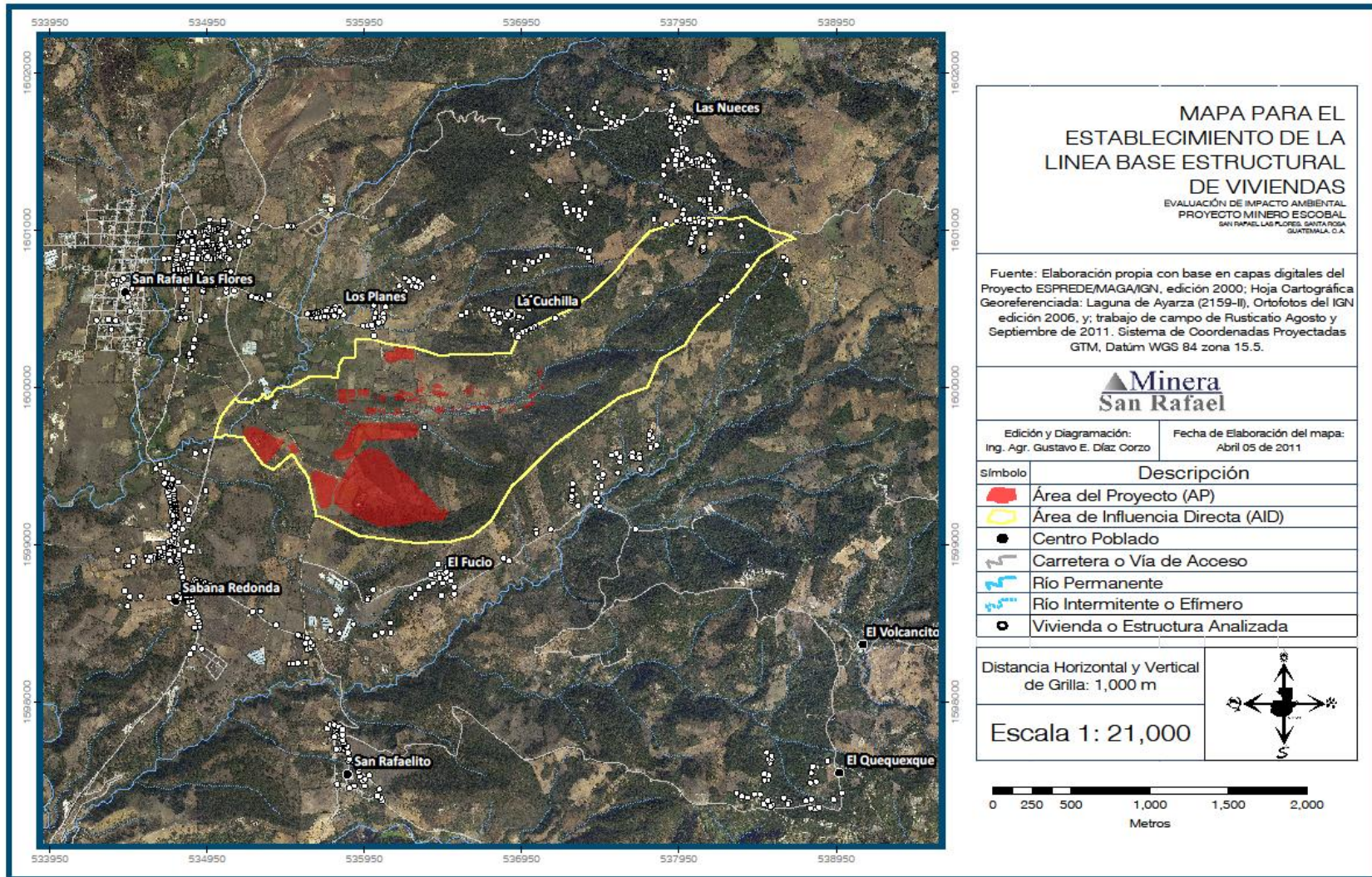
etc. De igual forma, la aldea Las Nueces cuenta con un salón comunitario, utilizado por los pobladores para realizar sus actividades sociales y culturales. Además poseen Iglesia Parroquial (católica), servicio de correos, Banrural, pequeños y medianos negocios (carpintería, academia de computación, clínica dental, ferreterías, comedores, farmacia, entre otros).

Se realizó una evaluación sobre el estado de la infraestructura, específicamente de las viviendas ubicadas en las comunidades del área de influencia del proyecto. Tomando como centro el área de operaciones de la empresa Minera San Rafael S. A., se trazó un círculo de 2 kilómetros de radio, dividiéndolo en cuatro cuadrantes, se visitaron 854 casas de habitación, escuelas, iglesias, así como edificios de autoridades. Las poblaciones visitadas fueron: Los Planes, Las Nueces y la Cuchilla, extendiéndose a las poblaciones de El Quequexque, San Rafaelito, Sabana Redonda, San Rafael Las Flores (Río al Este), así como las estructuras más prominentes del centro de la población de San Rafael Las Flores. En la Figura 10.2 se muestran las casas y los nombres de las comunidades. A continuación las conclusiones de la evaluación:

- a) Existen 44 casas que fueron construidas entre hace 40 y 150 años, es decir que son sobrevivientes del terremoto de 1976, todas de adobe con adecuado mantenimiento, han sido reconstruidas en varias oportunidades y la mayoría de ellas poseen techo de lámina y no de teja.
- b) Las poblaciones más densas, además de la Cabecera Municipal son Sabana Redonda y Las Nueces. En la primera se evidencia niveles económicos aceptables, no así en la segunda.
- c) La mayoría de las casas (57%) son propiedad de sus habitantes, sin embargo algunas de estas están rentadas (6.7%) y otras prestadas (9.6%), del resto no se obtuvo información.
- d) El 23% de las casas poseen sus servicios completos, el 38% carecen de drenajes, el 4% solamente posee acceso a agua potable y el 16% carecen de todos los servicios básicos, del resto no se posee información.
- e) Durante las visitas se notó que las casas reciben un aceptable mantenimiento, principalmente en San Rafael Las Flores y Sabana Redonda.

- f) Respecto de las paredes, es difícil encontrar una casa con un solo tipo de material, predomina el adobe (70%) conjugado con bajareque, normalmente las cocinas y los baños, también con block y madera. Las casas de block (35%) se conjugan con otros materiales de igual forma. Las casas de bajareque (12%) normalmente no se conjugan con otros materiales.
- g) Los muros de adobe (38%) normalmente están reforzados con madera, mientras las de block con concreto reforzado. El 28% no los refuerzan.
- h) Los dinteles y sillares de puertas y ventanas son de uso común, de madera para las paredes de adobe (71%) y de concreto reforzado (46%).
- i) Los techos en su mayoría son lámina de hierro y zinc (88%), conservándose el 22% con teja y apenas el 7% de losa.
- j) El 32% de las casas posee piso de tierra compacta, el 30% es piso de cemento corrido, el 24% son pisos de cemento líquido, 8% piso cerámico y el resto no se posee información.
- k) En un entorno de 2,000 m alrededor del proyecto existen 400 casas y las más cercanas se ubican a 300 m del proyecto.
- l) Las rajaduras más comunes son en el piso, por fundir la torta de cemento corrida. Los dinteles y los sillares son la fuente de otras rajaduras leves. En las paredes de adobe abundan las rajaduras verticales.
- m) No existen asentamientos. A pesar de la existencia de arcilla, su mezcla con arena la hace compacta formando el llamado "talpetate".

Figura 10.2 Línea base de estructuras en las comunidades en el área del proyecto minero, 2011



10.7 Desplazamiento y/o Movilización de Comunidades

Las actividades de explotación minera que se llevarán a cabo con el proyecto no requieren del desplazamiento y/o movilización de ninguna comunidad.

10.8 Descripción del Ambiente Cultural; Valor Histórico, Arqueológico, Antropológico, Paleontológico y Religioso

10.8.1 Descripción del ambiente cultural y valor histórico

El municipio de San Rafael fue creado por Acuerdo Gubernativo del 2 de marzo de 1860: “habiendo tomado en consideración la consulta por el corregidor del departamento de Santa Rosa, sometiendo al conocimiento y aprobación del Gobierno de la República con fecha 25 de febrero último, por la cual manda establecer en las tierras de la hacienda nombrada El Potrero, dos poblaciones independientes de Mataquescuintla, la cual estaba integrada por los indígenas que ocupaban la aldea Alzatate y llevará el nombre de San Rafael: cuyas poblaciones quedarán separadas e independientes entre sí”.

Las primeras persona que poblaron San Rafael Las Flores fueron los propietarios de los terrenos donde se asienta la población urbana; uno de los primeros pobladores y propietario fue el teniente Gonzalo Menéndez de Valdez, quien por Cédula Real de Felipe II obtuvo la propiedad pagando a la corona la cantidad de 500 tostones. En el año 1742 adquirieron la hacienda las señoras Beatriz de Leiva e Isabel Solares, posteriormente la adquirió el Don Ignacio Beteta.

La fiesta titular es en octubre; el día principal ha sido el 14, en que la Iglesia conmemora a San Rafael Arcángel. Entre las comunidades se tiene mayor presencia de las religiones Evangélica y Católica. En la cabecera municipal San Rafael Las Flores se construyó la Parroquia Católica.

El municipio cuenta con, 1 pueblo, 8 aldeas y 10 caseríos. A continuación se listan los días oficiales de las comunidades del área de influencia del proyecto.

La Cuchilla: En la aldea celebran los días: 15 de Septiembre, Día de la Madre, Día del Padre, Día del Maestro, Carnaval.

Los Planes: Los pobladores celebran: 15 de Septiembre, Día de la Madre, Día del Padre, Día del Maestro, Carnaval, Día de la Tierra. El 15 de Enero se celebra El señor de Esquipulas.

Las Nueces: Se celebran los días: 15 de Septiembre, Día de la Madre, Día del Padre, Día del Maestro, Carnaval. El 7 de diciembre se celebra la Virgen de Concepción.

El Fucío: Se celebran los días: 15 de Septiembre, Día de la Madre, Día del Padre, Día del Maestro y Carnaval. El 8 de diciembre se celebra La Virgen de Concepción, el 15 de Noviembre a Cristo Rey, y el 15 de Enero el Cristo Negro.

Sabana Redonda: Se celebran los días: 15 de Septiembre, Día de la Madre, Día del Padre, Día del Maestro, Carnaval. El 24 de junio el Día de San Juan y el 29 Día de San Pedro.

El Volcancito: Se celebran los días oficiales como: 15 de Septiembre, Día de la Madre, Día del Padre, Día del Maestro, Carnaval.

San Juan Bosco: Celebran los días: 15 de Septiembre, Día de la Madre, Día del Padre, Día del Maestro, Carnaval. El 31 de enero a San Juan Bosco.

Estanzuelas: Celebran los días oficiales: 15 de Septiembre, Día de la Madre, Día del Padre, Día del Maestro, Carnaval. El 30 de Abril a la Virgen del Rosario.

El Quequexque: Se celebran los días oficiales: 15 de Septiembre, Día de la Madre, Día del Padre, Día del Maestro, Carnaval.

10.8.2 Evaluación Arqueológica

A continuación se describe el reconocimiento arqueológico hecho en el área de intervención (115 hectáreas). El reconocimiento abarcó todas las áreas que serán afectadas por las instalaciones u facilidades del Proyecto. Las áreas fueron recorridas de manera aleatoria para observar la presencia o ausencia de material arqueológico en la superficie. En el área se encuentra ubicado parte del sitio arqueológico San Rafael Las Flores (figura 10.3). Por consiguiente, deben tomarse diversas medidas de prevención para no afectar el área abarcada por dicho sitio arqueológico.

La cercanía de parte del sitio arqueológico de San Rafael evidencia que el principal objetivo de este reconocimiento fue observar la existencia o ausencia de material arqueológico (cerámica, obsidiana, lítica o estructuras) sobre la superficie. El reconocimiento se realizó el día 10 de marzo de 2011. El reconocimiento se hizo de forma aleatoria iniciando en el área de los portales de la mina, se continuó por los sitios donde se ubicarán las instalaciones y se finalizó en los terrenos donde se plantea ubicar los depósitos de colas. Para documentar el reconocimiento se tomaron fotografías, el recorrido fue registrado por un GPS y se tomaron las notas pertinentes para la elaboración del informe.

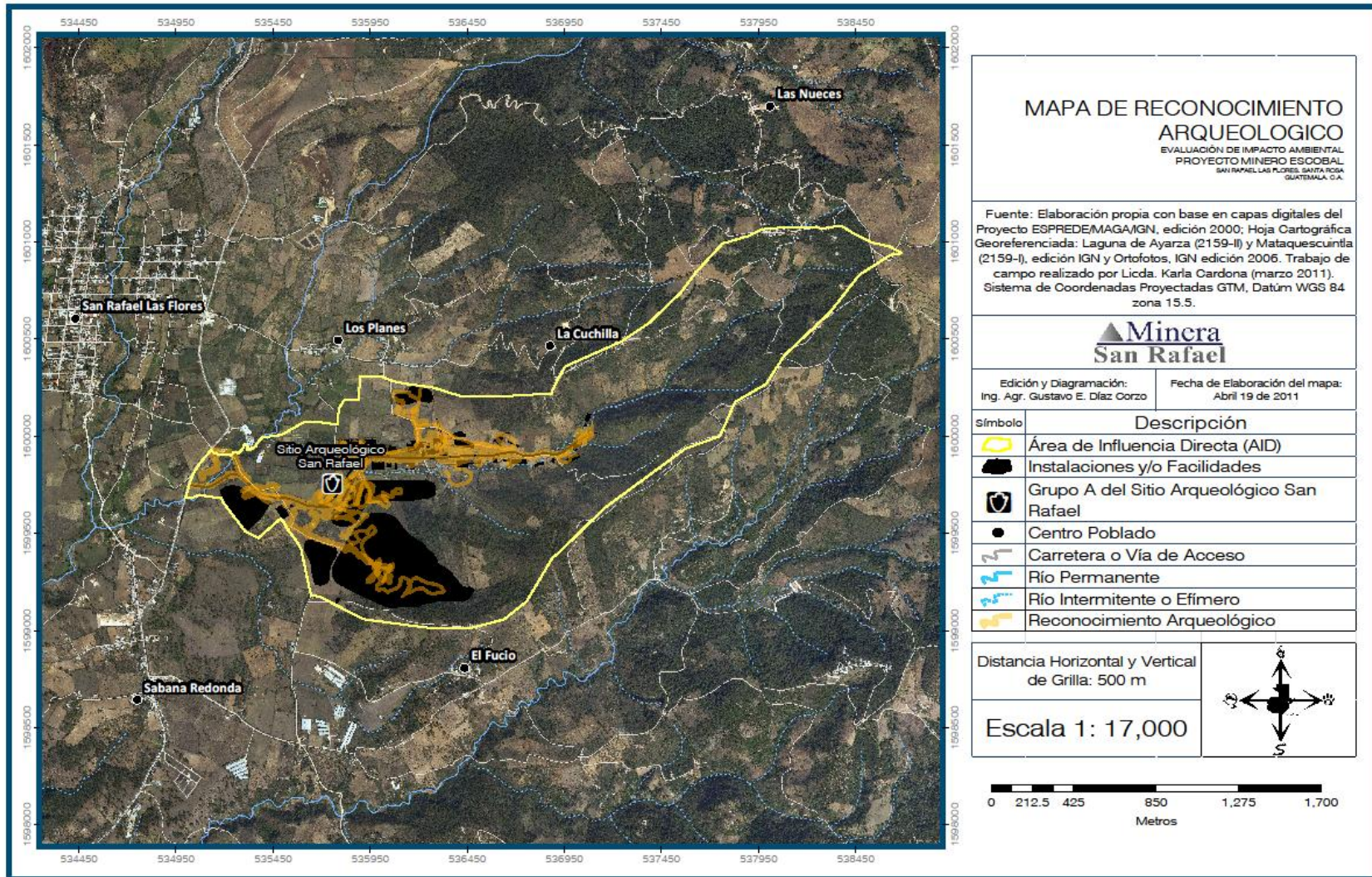
El presente informe contiene las siguientes secciones: los antecedentes del trabajo arqueológico realizado en el área, especialmente de los reconocimientos hechos anteriormente; el detalle de la metodología utilizada para el reconocimiento; los resultados encontrados; y, las conclusiones y recomendaciones de la inspección.

10.8.2.1 *Antecedentes*

En años anteriores, 2009 y 2010, se hicieron dos reconocimientos arqueológicos del área de estudio. El primer reconocimiento se hizo en el polígono de exploración abarcando las áreas que, posteriormente, se han destinado para la apertura de los portales de la mina e instalaciones. El segundo reconocimiento se hizo en el área donde se planificaba hacer el camino de acceso, los portales de la mina y áreas de trabajo (talleres, oficinas y parqueo). En ambos reconocimientos se notificó la presencia del sitio arqueológico de San Rafael La Flores, el cual fue declarado Monumento Nacional en el año de 1970.

Se ha mencionado reiteradas veces (CTA 2009 y 2010) que en el área ha habido poca investigación arqueológica. Para el área arqueológica de San Rafael solamente se han realizado reconocimientos de superficie. Sin embargo, el sitio está debidamente registrado en el Archivo de Sitios del Departamento de Monumentos Prehispánicos y Coloniales (DEMOPRE) de la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural (DGPCN).

Figura 10.3 Mapa de reconocimiento arqueológico en el área del proyecto minero, 2011



En el área arqueológica de San Rafael se pueden observar una serie de montículos que, posiblemente, tenían una función cívico-ceremonial (Ichon y Grignon 1991 y Shook s.f.). Por lo consiguiente, alrededor de este núcleo se podrían ubicar las áreas habitacionales y de cultivo de los antiguos pobladores del sitio. Queda claro entonces, que el área arqueológica puede ser extensiva y por lo mismo, no está confinada al área donde se observan los montículos.

En el informe presentado por Ichon y Grignon (1991) al DEMOPRE se hace una descripción del Grupo A del sitio de San Rafael. Este grupo, conformado por aproximadamente siete (7) montículos, es el que se observa directamente hacia el Oeste del área del Proyecto. La ocupación de dicho grupo arquitectónico inicia en el período Preclásico Medio hacia el Preclásico Tardío (1000 aC al 250 dC). El patrón de asentamiento observado es de un montículo central (10 metros de altura) rodeado por varios montículos menores (2 a 3 metros de altura). Un segundo grupo arquitectónico, el Grupo B, se ubica directamente hacia el Nor-oeste del Grupo A. Este Grupo B estaba conformado por seis montículos, pero su cercanía al casco urbano de San Rafael ha repercutido en su conservación. En la actualidad, los montículos están deteriorándose rápidamente debido a las actividades agrícolas, el uso del material de los montículos para la construcción y el saqueo.

La importancia arqueológica de San Rafael Las Flores es su larga ocupación. Esto se debe a que en el área se ha recolectado material de superficie (cerámica) que fecha del período Preclásico Medio (1000 - 300 aC). Época en la cual se observa el inicio de instituciones políticas, económicas y sociales complejas en el área maya; así como, la expansión de asentamientos en áreas alejadas de ríos (Sharer, 1994). Así mismo, la evidencia arqueológica de San Rafael indica que la ocupación es continua hasta llegar el período Postclásico Temprano (1250 dC). Por consiguiente, la evidencia arqueológica encontrada puede brindar una amplia visión del pasado cultural maya de la región del Oriente de Guatemala.

10.8.2.2 Metodología

El reconocimiento arqueológico se hizo de forma aleatoria en las siguientes áreas del Proyecto: portales de la mina, ubicación de instalaciones y en el área del depósito de colas (Figura 10.3). Estas áreas se localizan hacia el Nor-este y Sur-este del sitio arqueológico San Rafael.

Siendo el objetivo principal verificar la presencia o ausencia de material arqueológico en la superficie, el recorrido se hizo observando los cortes hechos por la maquinaria, los caminos de acceso y las áreas que han estado bajo cultivo. El recorrido fue marcado por medio de GPS y se tomaron fotografías de los perfiles de los pozos y de material relevante.

Como se expuso anteriormente, el recorrido se dividió en tres partes:

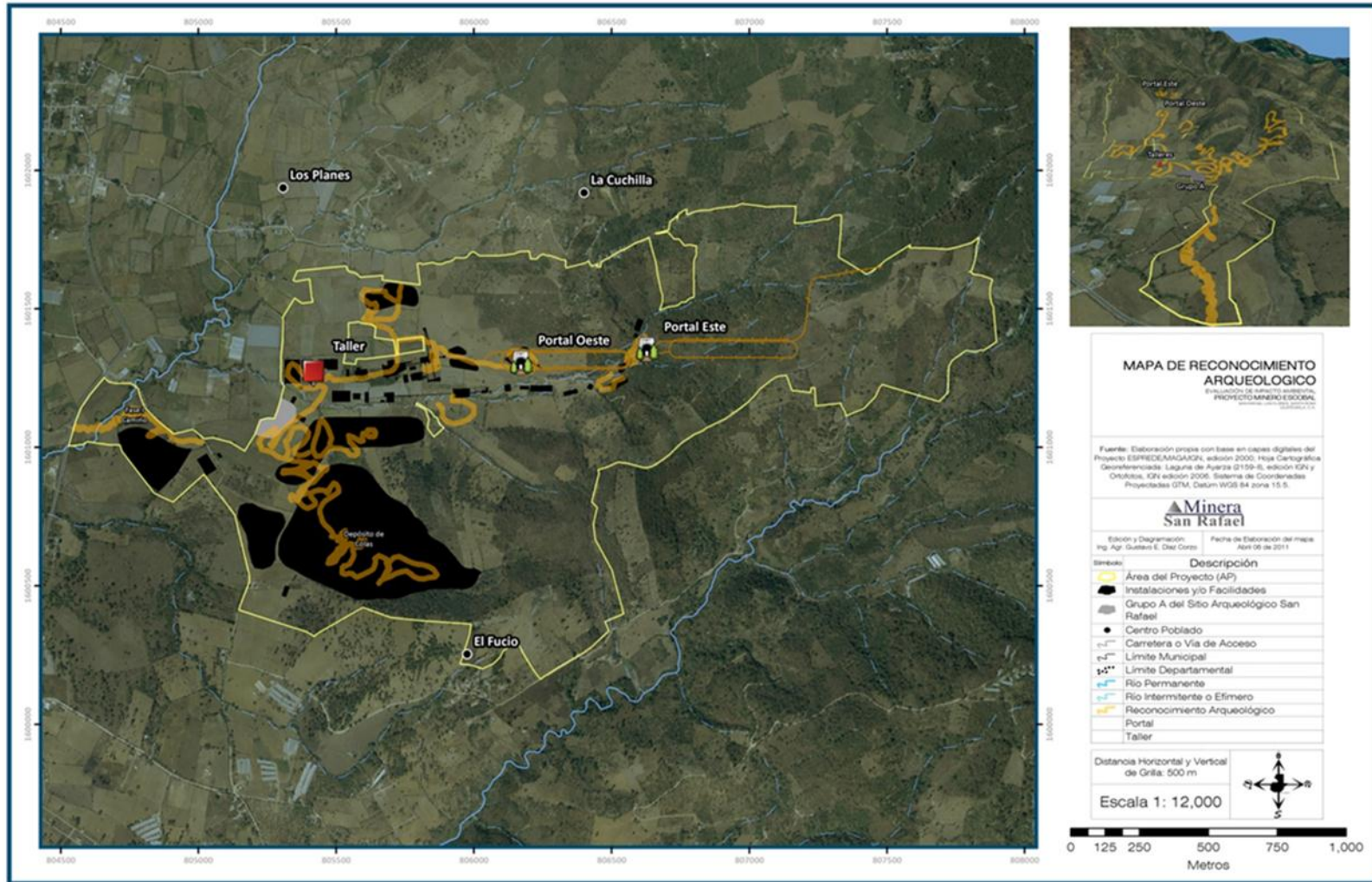
- Portales de la mina: se encuentran ubicados en las laderas de la montaña y se observaron los cortes hechos por la maquinaria en los portales Este y Oeste de la mina. En ambas áreas se observó tierra arcillosa de color café-rojizo y gran cantidad de roca (pómez y arenisca).
- Instalaciones: estas se ubicarán en varios terrenos que en su mayoría se localizan hacia el Nor-este del sitio San Rafael. Los terrenos se encuentran en áreas planas o con poca pendiente, las cuales han sido utilizadas para cultivos agrícolas (maíz, frijol y hortalizas y para pastizales de ganado vacuno). La tierra color café oscuro es bastante suelta debido a que ha sido arada y se puede observar mucha roca.
- Depósito de colas: esta área se ubica hacia el Sur-este del sitio arqueológico. Parte del área se localiza en la ladera de una montaña y también abarca la parte plana. En el área de la ladera se observa un bosque de pino y hay mucha hojarasca. La parte plana presenta las mismas características que el área de instalaciones. Es decir, que los terrenos han sido ampliamente utilizados para el cultivo y, por consiguiente, la tierra se encuentra bastante suelta y con mucha roca.

Las áreas que presentan algún grado de pendiente también están expuestas a la erosión y se puede observar material que se lava hacia la planicie. Por otra parte, las áreas de la planicie han sido densamente cultivadas y alteradas. Esto implica que hay cierta facilidad para observar material arqueológico en la superficie.

10.8.2.3 Resultados

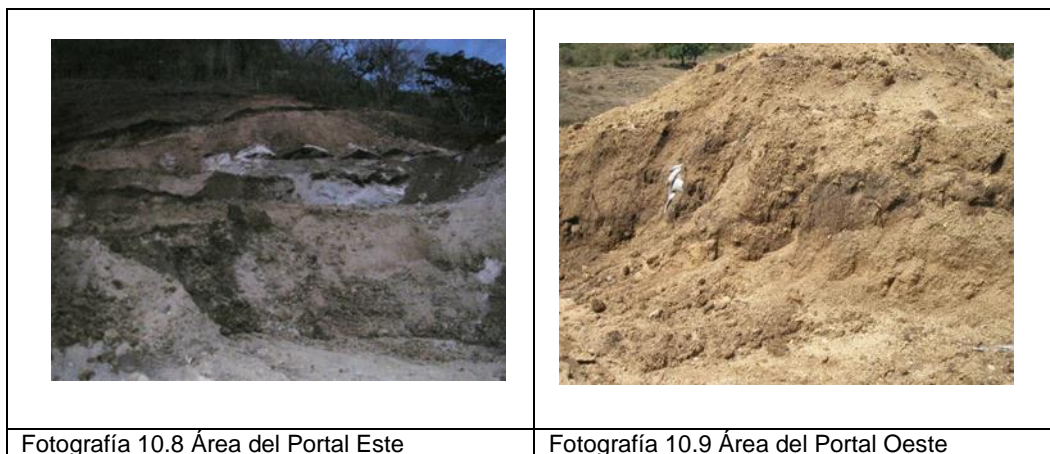
A continuación se presentan los resultados del reconocimiento. Estos se darán conforme a las diferentes áreas recorridas (Figura 10.4).

Figura 10.4 Ubicación de las estructuras del proyecto minero y el sitio arqueológico





Portales Este y Oeste

Ambos portales presentan tierra color café-rojizo bastante arcillosa; también hay piedra pómez y arenisca, así como afloramientos de roca madre. En las Fotografías 10.8 y 10.9 se pueden observar los cortes, que han sido hechos por maquinaria, que no presentan restos arqueológicos. Tampoco se encontró evidencia arqueológica en las áreas circundantes a los portales.





Instalaciones

Los terrenos donde se ubicarán las diferentes instalaciones de la mina se encuentran en áreas planas y donde hay una leve pendiente. Estas áreas han sido cultivadas en los últimos años y por lo mismo, la tierra se encuentra bastante suelta y se puede observar el material que ha sido removido. El material arqueológico observado en estas áreas se encuentra bastante erosionado, los tiestos (cerámica) son de un diámetro menor a 5 centímetros. También se observaron lascas de obsidiana, posiblemente de la fuente El Chayal (ubicada a 25 Kilómetros de Ciudad de Guatemala por la Carretera al Atlántico), que son pequeñas y no se observó ningún fragmento de navaja prismática u otra herramienta. Cabe la posibilidad que este material haya erosionado de algún área cercana al sitio arqueológico o que haya sido trasladado por el movimiento del ganado vacuno e inclusive de la gente del área. Sin embargo, debe notarse que hay ciertas áreas donde se encontró mucho más material arqueológico (ver Figura 10.4) en la superficie y, por consiguiente, allí puede encontrarse evidencia arqueológica al momento de hacer algún movimiento de tierras (Fotografías 10.10 y 10.11).

	
Fotografía 10.10 Área utilizada para pastizal o cultivos y hacia el fondo se ubicó varios tiestos y obsidiana	Fotografía 10.11 Corte donde se encontró cerámica a unos 0.20 metros de la superficie

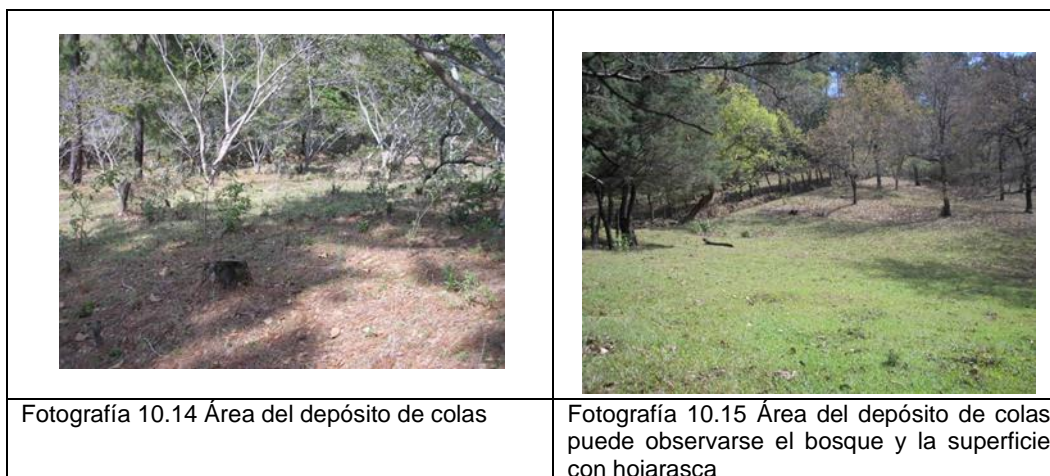
El sitio de San Rafael se localiza, aproximadamente de 50 a 75 metros del área donde se ubicarán las instalaciones de la mina. En el corte del montículo principal del sitio se pudo observar que el material arqueológico, es decir el estrato cultural, aparece entre los 0.60 a 1.00 metro de profundidad (Fotografías 10.12 y 10.13). Es por esto que hay que tomar medidas preventivas, ya que las instalaciones se construirán sobre áreas que antiguamente pudieron ser utilizadas como habitacionales o agrícolas.

	
Fotografía 10.12 Corte de montículo principal del sitio donde se observa material arqueológico	Fotografía 10.13 Corte del montículo donde se observa material arqueológico

Depósito de Colas

El recorrido abarcó el área donde se ubicará el depósito de colas. Parte del depósito de colas se ubica en la ladera de montaña donde no se encontró material arqueológico en la superficie (Fotografías 10.14 y 10.15). En esta área hay un bosque de pino y mucha hojarasca en la superficie, lo que hace difícil su observación. Se pudieron ver

dos tiestos (cerámica), pero con seguridad estos fueron depositados allí por erosión; por lo que no se consideraron relevantes.



Sin embargo, en el área de la planicie hacia el Sur-oeste de la ubicación el depósito de colas se observaron otras características. Al igual que el área de instalaciones, estos terrenos han sido ampliamente cultivados y la tierra se encuentra removida y suelta. Durante todo el recorrido se encontró material cerámico en la superficie. Lo interesante, es que al contrario de lo encontrado en las otras áreas donde los tiestos estaban muy erosionados, el material ubicado en esta zona es de buena calidad, hay cerámica diagnóstica (es decir, que tiene características importantes que nos puede decir cronología, forma, tipo, etc.) y lítica (obsidiana y piedra) de buen tamaño (Fotografías 10.16 a 10.19). Por consiguiente, se infiere que esta área plana pudo formar parte del sitio y deben tomarse las medidas de preservación pertinentes.



Fotografía 10.16 Cerámica encontrada en el área de planicie del depósito de colas



Fotografía 10.17 Soporte de vasija o fragmento de incensario ubicado en el área



Fotografía 10.18 Obsidiana y cerámica encontrada en el área



Fotografía 10.19 Vista del material arqueológico ubicado

En resumen, se pudo observar que el área de los portales no presenta evidencia arqueológica. Sin embargo, debido a la cercanía al sitio de San Rafael, tanto en el área de instalaciones como el área plana del depósito de colas sí se observó material arqueológico en superficie. En el área de las instalaciones el material observado está bastante erosionado y es de dimensiones pequeñas. No obstante, en el área plana del depósito de colas el material encontrado es de buen tamaño, con tipos diagnósticos y material lítico (obsidiana y piedra) de características significativas. Ver Anexo 14.

10.8.2.4 Conclusiones y Recomendaciones

Con base a la evidencia encontrada se puede concluir lo siguiente:

- i. El área de San Rafael Las Flores tiene importancia arqueológica debido a su larga ocupación que abarca los periodos Preclásico Medio hasta el Postclásico Temprano.
- ii. El área de explotación y procesamiento del Proyecto se localiza hacia el Nor-este y Sur-este del sitio arqueológico San Rafael. Parece ser, que tanto las áreas de instalaciones como del depósito de colas se localizan dentro del área de influencia del sitio arqueológico. Esto es especialmente cierto para el área plana ubicada hacia el Sur-este.
- iii. Hacia el Nor-este se ubicó material erosionado y esparcido por varios terrenos. Al Sur-este se ubicó material de mejor calidad y en abundancia. El material cerámico puede pertenecer al período Preclásico y la obsidiana parece provenir de los yacimientos de El Chayal y San Martín Jilotepeque, Chimaltenango.
- iv. En los portales Este y Oeste, no se observó ninguna evidencia que pueda argumentar la presencia de un área arqueológica.

En este sentido, se recomienda tomar las siguientes medidas:

- a) Para el área ubicada cerca del portal Oeste se recomienda tomar precauciones al momento de realizar el movimiento de tierra, ya que allí se encontró material arqueológico erosionado. En caso de encontrar restos arqueológicos se recomienda que el personal de la Empresa documente el hallazgo tomando fotografías y puntos GPS; sin levantar o mover lo encontrado. Esta información deberá ser trasladada al arqueólogo encargado y al Departamento de Monumentos Prehispánicos y Coloniales (DEMOPRE) para determinar el seguimiento.
- b) En el área plana ubicada hacia el Nor-este y la localizada al Sur-este del sitio San Rafael se recomienda que se haga una inspección con personal del DEMOPRE. Esta inspección tendrá como objetivo dictaminar las futuras acciones dentro del área de estudio.
- c) Se recomienda que se delimite el perímetro de 25 metros alrededor del área nuclear (Grupo A) del sitio San Rafael. Esto sería conveniente para tener una barrera física y notar hasta dónde puede trabajarse sin poner en riesgo la zona de amortiguamiento del sitio.

10.9 Paisaje

El área a intervenir por el proyecto (115 hectáreas) se ubica dentro de la microcuenca de la quebrada El Escobal. Las partes altas de las áreas de interés se observan solo desde algunos puntos de la cabecera municipal de San Rafael Las Flores y desde la carretera RD-3. El paisaje está compuesto por cobertura boscosa y arbustiva y un mosaico de diversos cultivos. El paisaje en general es rural y en la época de lluvias es muy agradable.

10.10 Áreas Socialmente Sensibles y Vulnerables

Las comunidades en el área de influencia del proyecto son socialmente sensibles y vulnerables, por su precariedad en cuanto a servicios básicos, mejores caminos de acceso, fuentes de empleo, etc., las cuales han sido descritas en los incisos 10.1, 10.2 de este capítulo, así como por la presencia de amenazas, el manejo inadecuado de sus recursos naturales, y el bajo nivel de organización para enfrentar dichas carencias y malas prácticas.

En el municipio de San Rafael Las Flores, el nivel de pobreza general es de 50.8% y 7.1% de pobreza extrema. El índice de valor de brecha que le corresponde del total nacional es del 0.05%; es decir que, como mínimo San Rafael Las Flores necesitaría una inversión aproximada de Q. 3.999,367.8 para que la población pobre del municipio salga de la línea de pobreza general y una inversión de Q. 150,329.9, para salir de la extrema pobreza; según se indica en la ERP para Guatemala, de noviembre 2001.

Casi la totalidad de la población depende económicamente del cultivo de café en las diferentes actividades de la cadena de producción y comercialización, ya sea en condición de propietarios de las plantaciones, industrializadores, trabajadores y comercializadores, etc. Con la caída de los precios en el mercado internacional, la dependencia de la venta en fresco, los altos costos de producción debido al uso excesivo de químicos, la baja tecnificación del cultivo y otras variables económicas; la población en general está atravesando serias dificultades para sobrevivir.

No se vislumbra una solución fácil al problema de la pobreza en este municipio, porque sus habitantes son en su mayoría agricultores de subsistencia, viviendo en comunidades aisladas que carecen de servicios sociales. La baja productividad se

debe al sistema de tenencia de tierra, las sequías, la erosión de los suelos, alto costo de los insumos agrícolas y a la falta de formación técnica de los agricultores.

Según el Programa de Emergencia por Desastres Naturales SIG-MAGA, San Rafael las Flores presenta un índice de amenaza de heladas de 0.959 por ciento, que es bastante bajo; sin embargo no se descarta esa amenaza.

En este municipio, la población se declara no indígena. La población de San Rafael las Flores es una población joven, el grupo más vulnerable lo forman los menores de 5 y los mayores de 65 años; de los datos de la estructura de la población por edad se calcula que el 19.36% es la población de mayor riesgo, por características propias de la edad.

Según el Censo 2002 de la Dirección del Área de Salud, la población urbana del municipio era de 23.8% y la población rural de 76.2%. Es importante poner atención al crecimiento de la población en la cabecera municipal, debido a que se están presentando problemas de sobre-población y han comenzado a evidenciarse limitaciones en cuanto al acceso a los diferentes servicios.

La inmigración se ha dado en las épocas de cosecha de café, cuando habitantes de otros departamentos llegan a realizar trabajos agrícolas (corte y limpia), y algunos se han quedado a residir en el municipio. se encuentran viviendo 13 familias indígenas provenientes de los departamentos de Quiché y Jalapa, que según los pobladores son personas que viajaron en época de cosecha de café y se quedaron residiendo, porque encontraron alguna oportunidad de negocio, sobre todo la venta de artículos de primera necesidad.

En cuanto a emigración, parte de la población, sobre todo entre adolescentes, jóvenes y adultos emigran a la cabecera departamental o a la ciudad capital en busca de oportunidades de estudio o de trabajo. Los representantes de los COCODE informan que el estimado de originarios del municipio de San Rafael las Flores, que residen en Estados Unidos, es de entre 2,000 y 3,000 personas.

Según el perfil epidemiológico del municipio de San Rafael las Flores, las enfermedades prevenibles por vacunación no son un problema de salud para la población; en cambio infecciones respiratorias agudas y las enfermedades transmitidas por alimentos y agua, son las principales causas de atención médica para los habitantes del municipio. No obstante, la carga que significan las enfermedades

transmitidas por alimentos y agua, ya que no hay información específica sobre agentes microbiológicos, químicos o tóxicos relacionados con la calidad del agua, a excepción de la amebiasis como causa de morbilidad en el grupo materno. Las enfermedades de la piel, las micosis y las alergias, son problemas de salud que merecen vigilancia detallada, pues son problemas relacionados con la disponibilidad de agua y la calidad de la misma.

Las enfermedades transmitidas por vectores no aparecen en las causas de morbilidad del municipio; sin embargo se menciona un aumento importante de los casos de dengue para el año 2010. El municipio de San Rafael las Flores tiene el segundo índice de infestación por *Triatoma dimidiata* para el departamento de Santa Rosa, lo que significa que la enfermedad de Chagas es un problema de salud importante por la severidad y cronicidad de la enfermedad en quienes la padecen. Así también refleja las condiciones de pobreza aunadas a las climáticas a las que está expuesta esta población.

Respecto a causas de mortalidad, no obstante de tener una tasa de crecimiento de la población del 2.5% anual, en el municipio de San Rafael las Flores se observa un incremento importante de la violencia como causa de mortalidad general.

En cuanto a los resultados de análisis de metales pesados (plomo, hierro, cobre, zinc y mercurio) efectuados a quince adultos sanos en el mes de octubre del año pasado (2010), miembros de la comunidad y a la vez colaboradores de la empresa Minera San Rafael, estos se encuentran dentro de los valores normales. Este resultado era el esperado en esta fase del proyecto, pues al momento las quince personas evaluadas no han tenido ninguna exposición importante a metales pesados, al igual que el resto de los comunitarios. Sería muy recomendable efectuar un seguimiento longitudinal a estas mismas 15 personas, con el fin de vigilar cualquier cambio en su salud, y específicamente en la concentración de metales pesados evaluados actualmente, conforme se vayan desarrollando las diferentes fases del Proyecto, pues constituirían un indicador biológico útil de pre-exposición y exposición.

En San Rafael las Flores se ha ampliado la cobertura de los servicios de salud a través de la implementación del Sistema Integrado de Atención en Salud (SIAS), incorporando a las comunidades organizadas y a las Organizaciones No Gubernamentales (ONG) en la prestación de los servicios de salud; sin embargo son insuficientes para cubrir la demanda en el municipio, debido a que el centro de salud,

los puestos de salud, los centros de convergencia y las unidades mínimas de salud no están equipadas, carecen de personal permanente y medicamentos.

Empleo y desempleo

La información que proporcionó el censo de población 2002 sobre el empleo y desempleo, indicaba que habían 2811 personas que formaban parte de la población económicamente activa, ellos representaban el 30.96% de la población municipal. De ese total, el 99.78% indicó estar ocupada, por lo que el desempleo abierto es únicamente de 0.22%.

La distribución por categoría ocupacional indica que los empleados privados y públicos representaban el 37.53%, por cuenta propia 46.47%, patronos 6.23% y familiar no remunerado 9.75%. La principal rama de ocupación lo representa la agricultura, silvicultura, caza y pesca con el 84.1%, las otras ramas de actividad son poco significativas.

Los datos estadísticos de la Encuesta Nacional de Empleo, 2004, tratan de poner en evidencia que el problema del país en general es el desempleo equivalente, que incluye el subempleo y el empleo invisible. Los registros a nivel nacional indican que el desempleo abierto es de 3.13%, pero el desempleo oculto alcanza un indicador de 9.6%, con lo cual el desempleo equivalente es de 12.78%; los mismos datos de la encuesta señalan que en el departamento de Santa Rosa el desempleo abierto es de 3.01% y el desempleo equivalente alcanzaría el 10.2%.

Dada las magnitudes de ocupación en San Rafael Las Flores y las proporciones respecto a lo que ocurre en el departamento de Santa Rosa, se puede inferir que el desempleo abierto en el municipio se encuentra alrededor del 9%. Aunque es de considerar que aquellos familiares no remunerados (9.75%) estarían dispuestos a trabajar en otro lugar si tienen forma directa de generar ingresos mediante una ocupación alternativa, con lo cual se puede afirmar que hay una demanda de ocupación cercana al 18% de la PEA en el municipio bajo estudio.

11. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Durante la preparación de los estudios de factibilidad, se realizó una evaluación de los diferentes factores para determinar la mejor alternativa para el Proyecto El Escobal.

La campaña de exploración geológica minera en el área del Proyecto, tuvo como consecuencia la delineación en el terreno de un importante yacimiento de minerales de plata, plomo, zinc, con cantidades menores de oro. La perforación exploratoria ha delimitado un depósito polimetálico de alrededor con valores indicados e inferidos de aproximadamente 23.6 millones de toneladas de mineral, donde cada tonelada de mineral contiene alrededor de 417 gramos de plata, 0.47 gramos de oro, 0.72 kilogramos de plomo y 1.23 kilogramos de zinc.

11.1 Alternativas Consideradas

Para el Proyecto se evaluaron dos alternativas para la extracción del mineral y dos alternativas para su procesamiento. Para la extracción del mineral se evaluó la alternativa de una mina a cielo abierto y una mina subterránea, y para el procesamiento del mineral se evaluaron la cianuración y la flotación. La evaluación se realizó considerando aspectos técnicos, económicos, ambientales y de seguridad para los trabajadores con el fin de seleccionar la mejor alternativa.

11.1.1 Extracción del Mineral

11.1.1.1 Mina Superficial o a Cielo Abierto

Esta alternativa fue evaluada, pero conforme se descubrió mineral a mayores profundidades, el tamaño del tajo proyectado inicialmente para la extracción del mineral aumentó considerablemente, tanto en área como en profundidad. Aumentando a su vez la relación entre mineral estéril y el mineral de interés.

Aspectos Técnicos y Económicos

Para extraer por métodos superficiales la mayor parte del yacimiento, se estimó que se deberían extraer demasiadas toneladas de roca, de las cuales la mayoría serían de mineral estéril o escombros.

Esto además de elevar mucho los costos de minado y de acarreo del mineral, también requeriría de una elevada inversión inicial del Proyecto. Debido a que sería necesario adquirir más terrenos, habría una mayor área de desbroce y preparación. Los costos de operación también serían mayores ya que aumenta el volumen de agua que debe ser bombeado, los costos ambientales y por ende mayores costos de recuperación durante el cierre técnico.

Consideración Ambientales y de Seguridad Laboral

Desde el punto de vista ambiental, al ser el área del tajo muy grande, el impacto ambiental sobre los suelos, las aguas superficiales, el paisaje y los recursos de flora y fauna son mayores.

El equipo de mina de superficie es de mayor tamaño y también se requeriría de una mayor cantidad mayor, aumentando el consumo de combustibles, lubricantes, llantas, etc., lo cual crea un problema de manejo de desechos en grandes cantidades.

Por otra parte, al generarse mayor cantidad de escombros, las escombreras serían muchos mayores, aumentando por tanto la huella ambiental del Proyecto. Esto quiere decir aumentan los posibles impactos ambientales al suelo, aguas, paisaje y recursos biológicos.

11.1.1.2 Mina Subterránea

Durante la fase de exploración geológica se pudo determinar desde el punto de vista geológico-económico, que la mayor rentabilidad del Proyecto se logra mediante la extracción subterránea, debido a que el yacimiento es de tipo veta y su profundidad.

Aspectos Técnicos y Económicos

La cantidad de escombros generados es mínima, al punto que las escombreras se reducen en comparación de una mina a cielo abierto, haciendo que los costos se reduzcan. Adicionalmente, al usarse el método de corte y relleno para la extracción del mineral, los costos de cierre también se reducen.

Consideraciones Ambientales y de Seguridad Laboral

Esta opción es la que implica un menor impacto ambiental, dado a que no existirá un tajo y no existirá impacto significativo sobre los suelos, las aguas superficiales, en la flora y en la fauna. Además, al reducirse significativamente el volumen de la escombrera, se disminuirá significativamente el impacto sobre los recursos físicos y biológicos en el área.

Un punto importante a considerar es la seguridad de los trabajadores. Aun cuando las técnicas de minería subterránea han avanzado mucho, la cantidad de accidentes laborales, ocasionados por golpes con rocas o derrumbes son mayores en las operaciones subterráneas en comparación a las operaciones superficiales. Previendo esto, los túneles serán fortalecidos, se contarán con áreas donde se dispondrá equipos de primeros auxilios y se contará con un sistema de ventilación y comunicación en óptimas condiciones.

11.1.2 Procesamiento del Mineral

Se realizaron varias pruebas metalúrgicas para determinar la mejor metodología para el procesamiento del mineral. Por tratarse de minerales sulfurosos de plata-plomo-zinc, son pocos los procesos existentes.

11.1.2.1 Cianuración

La cianuración es un proceso hidrometalúrgico que implica procesos químicos para la obtención de plata y oro del mineral y no permite la recuperación de metales base.

Aspectos Técnicos y Económicos

Este es un proceso ampliamente utilizado en minería, especialmente para el procesamiento de minerales con grandes cantidades de oro. Para llevarse a cabo la cianuración o lixiviación con cianuro, es necesario que el mineral este finamente molido. El proceso se realiza en tanques de gran tamaño y se utilizan cantidades mayores de cianuro de sodio (NaCN), aproximadamente 3.8 kg por tonelada de mineral, permitiendo la posterior recuperación de la plata y el oro. Sin embargo, para el tipo de mineral existente en El Escobal (sulfurosos de plata-plomo-zinc) la recuperación de la plata es mínima y tampoco se logra recuperar los metales base (plomo y zinc).

Este proceso requiere que mayores cantidades de colas y agua de proceso sean tratadas, para la destrucción de cianuro. Unido a esto, al uso de mayores cantidades de reactivos y la baja recuperación de la plata, hacen de la cianuración un proceso de alto costo económico.

Consideraciones Ambientales y de Seguridad Laboral

Debido a las cantidades que se utilizan de cianuro en el proceso hacen que éste presente mayores riesgos para el medio ambiente y la seguridad de los trabajadores.

11.1.2.2 Flotación

La flotación es un proceso metalúrgico que implica procesos físicos para la obtención de concentrados de plomo y zinc, en donde se encuentra la plata y oro.

Aspectos Técnicos y Económicos

Este es un proceso muy utilizado para el procesamiento de minerales y que no requiere de grandes cantidades de reactivos químicos. Como su nombre lo indica la flotación es un proceso que se basa en las propiedades que algunas partículas tienen para flotar.

Para esto el mineral debe ser finamente molido y la separación de las especies de interés se realizará gracias a la diferencia de las propiedades fisicoquímicas que poseen (repelencia o adherencia al agua), las cuales serán optimizadas con la ayuda

de diferentes reactivos químicos. De esta forma se puede hacer una flotación selectiva y obtenerse dos concentrados diferentes: concentrado de sulfuros de plomo en donde se encuentra la mayor cantidad de plata y oro y concentrado de sulfuros de zinc con cantidades menores de plata. De esta forma se obtienen altos porcentajes de recuperación de plata y oro.

De todos los reactivos químicos utilizados, al que darle mayor atención es al cianuro de zinc, que es utilizado para que los sulfuros de zinc no floten juntamente con los sulfuros de plomo. Las cantidades utilizadas son mínimas (0.05 kg por tonelada de mineral) y debido a que el agua de proceso se mantiene en circulación constante, su tratamiento no representa un costo económico significativo.

Consideraciones Ambientales y de Seguridad Laboral

Desde el punto de vista ambiental, al no usarse grandes cantidades de reactivos químicos, la flotación no presenta preocupaciones ambientales ni para la salud de los trabajadores. El agua de proceso que pueda ser descargada recibirá antes un tratamiento para la remoción de metales y cianuro que pueda estar presente, cumpliendo de esta forma con las normas para agua de descarga (decreto 236-2006) y del Banco Mundial (IFC, 2007; ver cuadro 6.5 en capítulo 6 anterior). Adicionalmente las colas generadas serán secas y el 66% de éstas serán utilizadas en la pasta de relleno de los túneles de la mina subterránea, lo cual reduce la cantidad de colas que se trasladarán al depósito de colas y por tanto se minimizarán los posibles impactos ambientales.

11.2 Alternativa Seleccionada

Se desarrolló una matriz que compara las dos alternativas para la extracción y las dos alternativas para el procesamiento del mineral de forma cualitativa y cuantitativa para apoyar la decisión y de esa forma seleccionar la mejor alternativa desde el punto de vista técnico, económico, ambiental y de seguridad.

La evaluación cuantitativa califica cada alternativa según las ventajas y desventajas utilizando la siguiente ponderación:

- 3 – buena,
- 2 – regular,

- 1 – mala o complicada.

El cuadro 11.1 muestra los resultados de la comparación entre ambas alternativas, y como se puede observar, según la evaluación cuantitativa, la mejor alternativa para el Proyecto es la extracción del mineral por medio de una mina subterránea y el procesamiento del mineral por medio de la flotación según aspectos técnicos, económicos, ambientales y de seguridad para los trabajadores.

Cuadro 11.1 Comparación entre las Dos Alternativas Consideradas

			Alternativa	Técnica	Económica	Ambiental	Seguridad	Total
Evaluación Cualitativa	Extracción Mineral	Ventajas	Mina Superficial	Más sencilla de construir	No tiene	Gran huella ambiental	Más segura para el personal	
			Mina Subterránea	Relación escombros/mineral baja	Menor inversión debido a menor cantidad de maquinaria, tierras etc.	Menores impactos ambientales	Uso de métodos de fortificación	
		Desventajas	Mina Superficial	Mayor relación escombros/mineral	Costos de minado elevados y adquisición de mayor cantidad de tierras	Produce muchos impactos por el tamaño y profundidad del tajo	Por profundidad, existe peligro de deslizamientos dentro del tajo	
			Mina Subterránea	Más complicado de construir	Costos de minado considerables	Necesario bombear agua de los túneles	Mayores riesgos para los trabajadores	
	Procesamiento Mineral	Ventajas	Cianuración	Ampliamente utilizado en el procesamiento del mineral	No tiene	Los residuos pueden ser tratados para destruir el cianuro presente	Proceso en equipo sistematizado	
			Flotación	Permite recuperación selectiva de concentrados	Alta recuperación de plata y costos bajos de operación	Menores impactos ambientales y uso de cantidades pequeñas de reactivos químicos	No se usan cantidades grandes de reactivos químicos	
		Desventajas	Cianuración	Mínima recuperación de plata y metales base	Costos altos de operación	Altos riesgos de impactos ambientales	Mayores riesgos para los trabajadores	
			Flotación	La plata y el oro se encuentran en los concentrados de plomo y zinc	El proceso requiere de varias etapas	Aunque la presencia de metales y cianuro es en pequeñas proporciones, el agua debe tratarse	Uso de equipo de seguridad y capacitación a los trabajadores	
	Evaluación Cuantitativa	Extracción Mineral	Mina Superficial	1	1	1	2	5
			Mina Subterránea	3	2	2	2	9
Procesamiento Mineral		Cianuración	1	1	1	1	4	
		Flotación	3	2	3	3	11	

ESTUDIO DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO ESCOBAL

12. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En el presente capítulo se identifican y valoran los impactos ambientales potenciales generados durante las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y compensación de los mismos. Se utiliza una metodología adaptada de la matriz de Leopold, y utilizada en los proyectos mineros en Perú. Esta metodología permite dar una valoración cualitativa-cuantitativa a los impactos identificados de acuerdo con la atribución de los grados de importancia de estos.

Los impactos se valoran con base al método Delphi, el cual consiste en la opinión que los especialistas le asignan a la relevancia del impacto. Los profesionales en los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos que participaron en la elaboración de estudio de EIA son: Manuel Basterrechea Díaz, Doctor en Ingeniería Civil y Ambiental, Colegiado Activo 1,264, con Licencia Ambiental 059 del MARN, Geólogo Eduardo Romero, Colegiado Activo 3,599, y con Licencia Ambiental 012 del MARN, Socio economista David Castañón, Colegiado Activo 1,020, con Licencia Ambiental 102 del MARN, Doctora Claudia Meneses, Colegiado Activo 8,518 e Ingeniero Civil Edgar De León, colegiado 1192. Se contó además con la participación del geólogo Alejandro Arauz, quién ha apoyado al coordinador de este estudio durante todo el proceso de elaboración del mismo.

Previo a la identificación de los impactos potenciales al ambiente es necesario definir las áreas específicas (AP), de influencia directa (AID) e indirecta (AII) del proyecto. Adicionalmente, se describe el área de intervención directa, la cual es el AP más la zona a sus alrededores.

El área del proyecto minero (AP) Escobal abarcará una superficie de 115 hectáreas, conformada por las instalaciones y facilidades y su zona de amortiguamiento, siendo las relevantes las siguientes: el sitio de depósito de las colas (21.6 hectáreas; 46.5% del área de la huella ambiental (46.5 hectáreas), los dos sitios donde estará el almacenamiento de la capa de suelo (7.1 hectáreas; 15%), la pileta de captación del agua proveniente del área de las colas (2.7 hectáreas; 6%), campamento (3 hectáreas; 6.5%), la planta de proceso, conformada por las trituradoras, molino, flotación, prensas (desechado de concentrado y colas), planta de pastas y ensacado

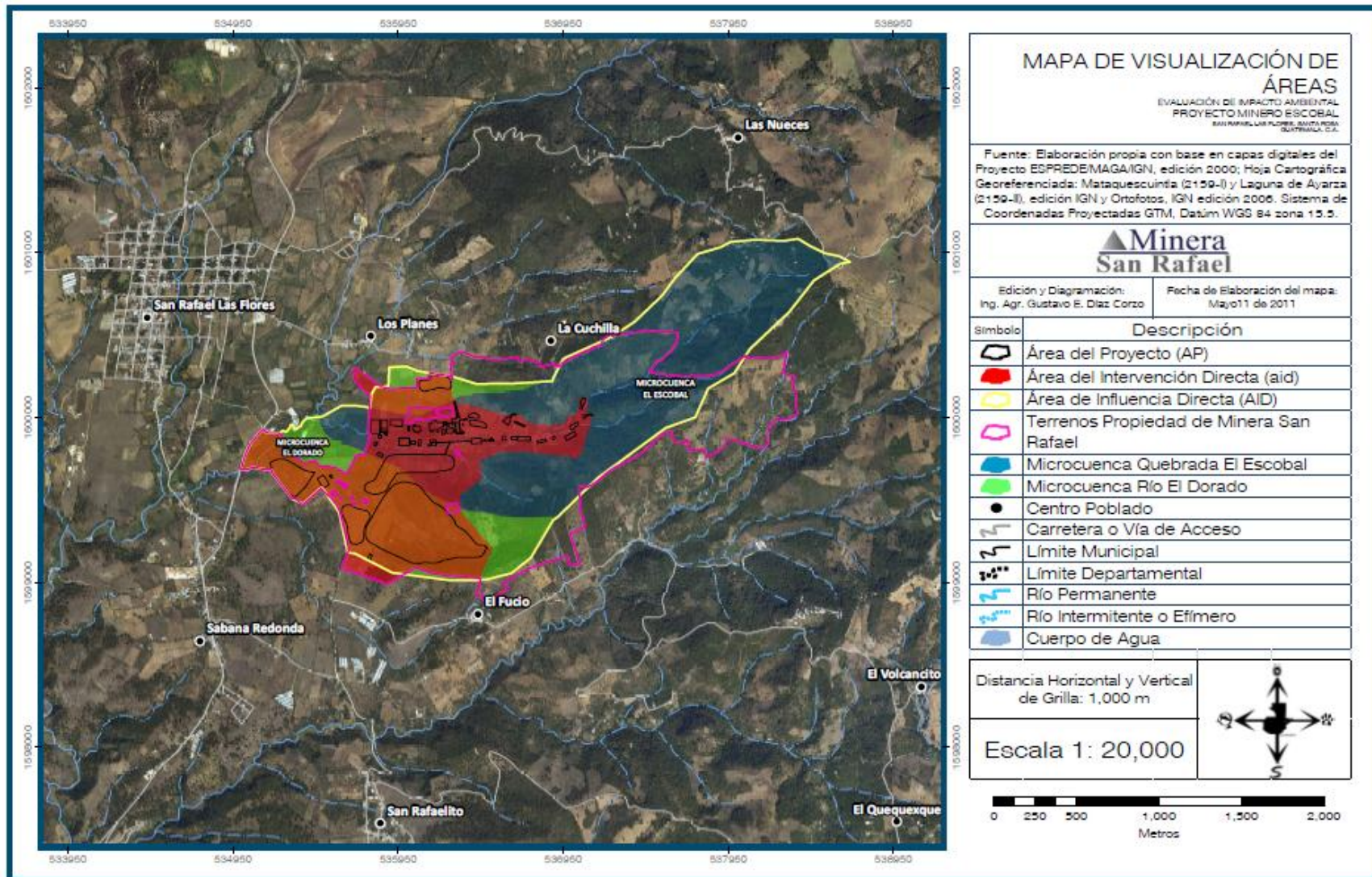
(1.4 hectáreas; 3%), el área de la pileta de captación del agua proveniente del área de proceso (0.2 hectáreas), patios de secado de lodos (0.7 hectáreas), plantas de tratamiento de las aguas residuales domésticas y del proceso (0.2 hectáreas), el área de, el mantenimiento del camino (1.8 hectáreas), y el resto de instalaciones (2 hectáreas). Sin embargo, las zonas cercanas a estas instalaciones e infraestructura motivaron a ampliar el AP, por lo que el área de intervención directa abarcará 115 hectáreas.

Por las características del proyecto minero, el área de influencia directa (AID) se ha considerado la microcuenca de la quebrada El Escobal de 193 hectáreas y una porción de la parte baja de la microcuenca del río El Dorado, de 93 hectáreas, haciendo un total de 286 hectáreas. La empresa Minera San Rafael ha adquirido 262.13 hectáreas, las cuales están dentro de la microcuenca de la quebrada El Escobal, y el resto en la parte baja de la subcuenca del río El Dorado. Por lo que las 46.5 hectáreas que serán intervenidas por el desarrollo del proyecto, más otras 68.5 hectáreas de zonas contiguas, representarían alrededor del 43% de los terrenos de la empresa. Además, alrededor del 40% de las 115 hectáreas se ubica dentro de la microcuenca Escobal y el restante 60% en la parte baja de la subcuenca del río El Dorado. La empresa ha decidido conservar los árboles y reforestar las áreas que no vayan hacer utilizadas por el proyecto, y se cuenta con el plan de manejo para licencia de aprovechamiento forestal de árboles dispersos en las zonas a intervenir el cual debe contar con aprobación del INAB.

El área de influencia indirecta (AII), es aquella zona donde podrían ocurrir impactos ambientales derivados del proyecto, pero que es diferente a aquella donde se realizarán las acciones propiamente. El AII abarca una zona más extensa, definida dentro y fuera del área del proyecto que comprende sus vecindades, especialmente las que pudieran ser afectadas positiva y negativamente. En este sentido, el AII incluye a las aldeas Los Planes, La Cuchilla, Las Nueces, ya que el proyecto contratará a personas de estas y otras comunidades (San Rafael Las Flores, El Fucío y Sabana Redonda) para trabajar, así como por los potenciales efectos ambientales. Se consideran también a las otras comunidades con las que se ha tenido comunicación y que han recibido apoyo financiero de parte de la empresa para continuar contribuyendo a su desarrollo.

En la Figura 12.1 se visualizan las AP, AID y AII.

Figura 12.1 Visualización de las Áreas del proyecto



12.1 Identificación y Valoración de Impactos Ambientales

12.1.1 Metodología

Como se indica en los términos de referencia del MARN, en este inciso se deberá aplicar una metodología convencional que confronte las actividades impactantes del proyecto con respecto a los factores del medio ambiente que podrían ser afectados y valorarlos, analizando las diferentes etapas del proyecto. El desarrollo del proyecto contempla tres fases, como se indicó en el inciso 5.6, y durará 22 años:

- La primera, es la construcción de las instalaciones y facilidades, que durará alrededor de 1 año;
- La segunda, que durará 18 años, es la de extracción del mineral, e incluye el acceso a la veta que requerirá de la construcción de rampas y bahías de acceso a la misma; la extracción y el procesamiento del mineral para obtener concentrado de plomo y zinc; y, la operación y mantenimiento de las instalaciones y facilidades; y,
- La tercera, es el cierre de la mina subterránea y recuperación de las áreas intervenidas, que se intensificará en los últimos 3 años de la vida de la mina.

Desde el 2007 en el área de la licencia Oasis, que abarca alrededor de 40 Km² e incluye el área de influencia directa del proyecto (2 Km²), se han venido realizando actividades de exploración desde la superficie a través de pozos exploratorios del subsuelo, para saber dónde se ubicaba la veta, conocida como zona de mineralización; estas actividades fueron objeto de una evaluación ambiental, aprobada por el MARN en el 2008. En marzo del 2011 el MARN aprobó el estudio de EIA de los túneles de exploración, por lo que recientemente se han iniciado los trabajos contemplados en este instrumento ambiental.

Otras de las actividades que se han venido realizado, como parte de los compromisos ambientales adquiridos, ha sido el monitoreo de agua, aire, niveles de sonido, biológico, arqueológico y social, que han permitido contar para el presente estudio de EIA con una línea base ambiental, al igual que el propio estudio de EIA de los túneles de exploración donde se realizaron además el análisis de vibraciones, evaluación del tipo y estado de los materiales de construcción de las viviendas de las comunidades vecinas, el estudio epidemiológico y el hidrogeológico.

La empresa Minera San Rafael cuenta con un Oficina de Desarrollo Sostenible, que incluye el Departamento de Relaciones Comunitarias que ha mantenido informada a las autoridades municipales y locales sobre los trabajos que se realizan y los que se tiene planificado realizar, como se indicó en el inciso 10.5, del capítulo 10 anterior. Además, se ha financiado y se seguirá apoyando proyectos de desarrollo comunitario. La empresa cuenta también con un Departamento Ambiental, encargado de hacer cumplir el PGA, el Programa de Monitoreo y el Plan de Contingencia, presentado en el estudio de EIA de los túneles de exploración, recientemente aprobado.

Las actividades realizadas durante la elaboración del presente estudio de EIA incluyen la toma de opinión local sobre el proyecto, ampliación al estudio hidrogeológico realizado en el estudio de EIA de los túneles, el estudio del manejo de la escorrentía del área a intervenir, el reconocimiento arqueológico y biológico del área del proyecto (AP), el estudio de cambio de uso del suelo del AP, el estudio de tránsito, y el monitoreo de la calidad del aire, agua, niveles de sonido, entre otros. Así como el monitoreo de las vibraciones y niveles de sonido generados por las detonaciones que recién se iniciaron en los portales Este y Oeste, en el mes de mayo del presente año.

Las evaluaciones realizadas durante la elaboración del presente estudio de EIA, no ocasionaron ningún impacto al ambiente, ya que consistieron en visitas en campo y análisis en gabinete. Además, hay que reiterar lo indicado en el análisis de alternativas, que se prefirió utilizar el sistema de recuperación de los metales por el método de flotación y recirculación del agua de proceso, en lugar del de los patios de lixiviación, por ser menos impactante al ambiente. Finalmente, la ubicación de los áreas de depósito del suelo y colas, de la planta de proceso, y de las piletas del área de proceso y de las colas, se seleccionó lo más retirado posible de las comunidades, para modificar lo menos posible sus actuales condiciones sociales y ambientales; Dentro de la micro cuenca quebrada El Escobal y la parte baja de la subcuenca del río El Dorado, donde se realizará el proyecto, no se ubica ninguna comunidad.

Por lo tanto, el proyecto consistirá en la extracción y transporte del mineral, el procesamiento del mismo, consistente en la trituración, molienda, flotación, desecado y concentrado y ensacado, la dotación y manejo de facilidades, como las áreas de depósito del suelo y colas, las lagunas de captación de la escorrentía del área de proceso y colas, y la dotación de infraestructura (oficinas administrativas, talleres, subestación, campamento etc.), así como las medidas destinadas a garantizar la seguridad de los trabajadores.

Indicado lo anterior, a continuación se amplía la descripción de las distintas fases del proyecto:

La primera fase del proyecto consistirá en la construcción de las instalaciones y facilidades que durará alrededor de 1 año y consistirán de: Delimitación de las áreas donde se ubicarán las instalaciones y facilidades (46.5 hectáreas); corte de árboles dispersos, para lo cual se contará con la licencia de aprovechamiento de parte del INAB, remoción de la capa de suelo y depósito en las áreas previstas para su uso posterior; movimiento de tierras para la construcción de las plataformas donde irán las instalaciones y obras (el sitio de colas, las lagunas de captación del agua de escorrentía y del proceso); armado de las instalaciones (planta de proceso, trituradoras, molinos, etc.) y construcción de las facilidades (taller, campamento, oficinas, etc.) También incluye actividades conexas, como lo son el mantenimiento del camino de acceso y las instalaciones de apoyo (suministro de combustible y energía, taller, oficina y campamento temporal, etc.).

La segunda fase que durará 18 años, y se considera la más relevante de las tres, consistirá en: La excavación de rampas y accesos, así como bahías, para la extracción del mineral que consistirán de: Arranque, Carga, Explosión, Extracción y Relleno; se requerirá los servicios de ventilación, iluminación, agua y desagüe. También incluye actividades conexas, como el suministro de combustible y energía.

En la exploración de minerales bajo tierra, se crean espacios en los cuales trabajan seres humanos, que pueden ser afectados por las condiciones de trabajo, incluidas la humedad, la temperatura, la presencia de gases y agua, la formación de polvo y la emisión de ruido. Estos factores que dependen tanto del mineral como de la roca, de la profundidad y del uso de maquinaria, serán considerados en el análisis de los impactos.

En esta segunda fase del proyecto se procesará el mineral extraído de la veta que incluirá: Trituración, molienda, flotación, desecado, concentrado y ensacado, así como el manejo de facilidades como la planta de tratamiento de las aguas del proceso, de los químicos, etc. En el procesamiento del mineral es relevante indicar que el agua del proceso será reciclada y tratada, y si fuese necesario descargarla al río El Dorado, se garantizará que cumplan con los valores del reglamento 236-2006 y de normas internacionales (IFC-BM), previo a salir de la pileta de cumplimiento ambiental.

Adicionalmente, durante los 18 años de la segunda fase se deberá operar y dar mantenimiento a las plantas de tratamiento de aguas residuales, tanto del proceso como domésticas, a las lagunas o piletas de captación, al sito de colas, áreas de depósito del suelo, los drenajes pluviales, entre otros.

La tercera y última fase del proyecto, que durará 3 años, es la de cierre de la mina y consistirá en realizar todas las actividades necesarias para la restauración ecológica a las condiciones naturales originales o por lo menos similares a las iniciales. Las actividades más importantes que se realizarán durante la etapa de abandono serán las siguientes y se harán de acuerdo al nuevo uso que se le dará al terreno: Retirar las instalaciones (planta de proceso) y facilidades de apoyo (oficinas, taller, etc.); Reforestar con especies del lugar las áreas utilizadas, para crear una pantalla vegetal y demás áreas de los terrenos de la empresa, incluyendo la revegetación de áreas que se consideren necesarias para evitar la erosión causada por el agua y el viento, así como mimetizar el efecto visual, y pagar las prestaciones laborales al personal, según la ley.

En relación con los aspectos del medio ambiente a ser considerados en la identificación y valoración de los impactos, se tomó en cuenta lo indicado en los términos de referencia del MARN, siendo estos los siguientes: Aire; Ruido y vibraciones; Aguas Superficiales; Aguas subterráneas; Suelo; Subsuelo; Flora y Fauna silvestre; Medio social y económico; Recursos culturales e históricos; Paisaje y visual.

Se identificará la fuente generadora del impacto (descripción y análisis), se definirán el conjunto de medidas preventivas, correctivas, de mitigación y de compensación, si se trata de un impacto negativo, o bien para optimizarlas si se trata de un impacto positivo. Se identificarán los impactos significativos más importantes, así como los impactos secundarios.

Las actividades que se llevarían a cabo en las distintas fases podrían producir efectos ambientales en tres ámbitos distintos: i) En los propios túneles y en las rocas adyacentes; ii) En los espacios abiertos bajo tierra; y, iii) En la superficie del terreno. La planificación detallada de las actividades de perforación y la selección acertada de los métodos y técnicas de extracción del mineral, así como del procesamiento del mineral, han sido un requisito indispensable para limitar los efectos ambientales, los cuales se describen a continuación.

- A.** Efectos sobre las rocas y la zona de mineralización: Los efectos pueden ser los siguientes: i) La explotación de un recurso no renovable ya que en la excavación de las rampas y bahías para el acceso a la zona de mineralización, se estará extrayendo materiales que se van a reponer (pasta), no así el mineral de la veta; ii) Se modificará la conformación de las rocas adyacentes a los túneles creando tensiones y movimientos; iii) Se alterará el flujo de las aguas subterráneas al entrar en contacto los túneles con los acuíferos; y, iv) Podría haber deterioro de la calidad de las aguas subterráneas al facilitarse el contacto con las rocas y la veta, así como por residuos de químicos.
- B.** Efectos ambientales bajo la tierra: Los efectos ambientales bajo tierra serán sobre los trabajadores debido a: i) El deterioro de la calidad del aire, debido a las emisiones de gases provenientes de los motores de combustión; ii) Los niveles de sonido altos, debido a las detonaciones y la operación de la maquinaria y equipo, iii) El polvo, debido también a las detonaciones en menor escala y la operación de la maquinaria y equipo; y iv) El agua, debido a que la construcción facilitará su ingreso a los túneles y dependiendo de su calidad puede afectar a los trabajadores en su contacto con ella (por ejemplo, si fuesen ácidas).
- C.** Efectos ambientales en la superficie: Los efectos ambientales por actividades que se llevarán en la superficie abarcan todos los factores ambientales indicados anteriormente.

Los criterios utilizados para valorar los impactos de las actividades del proyecto sobre el medio ambiente son cinco y se describen a continuación:

Criterio 1.

Cuando el proyecto genera o presenta riesgo para la salud de la población y sobre el ambiente en general. Para determinar la concurrencia del nivel de riesgo, se considerarán los siguientes factores:

- a. La generación, reciclaje, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento o disposición de residuos industriales, atendida su composición, peligrosidad, cantidad y concentración; la composición, peligrosidad, cantidad y concentración de materias inflamables, tóxicas, corrosivas, y radiactivas a ser utilizadas en las diferentes etapas de la acción propuesta;

- b. La generación de efluentes líquidos, gaseosos o sus combinaciones, cuyas concentraciones superen las normas de calidad ambiental primarias establecidas en la legislación ambiental vigente;
- c. Los niveles, frecuencia y duración de ruidos, vibraciones o radiaciones;
- d. La producción, generación, reciclaje, recolección y disposición de residuos domésticos o domiciliarios que por sus características constituyan un peligro sanitario a la población expuesta;
- e. La composición, calidad y cantidad de emisiones fugitivas de gases o partículas generadas en las diferentes etapas de desarrollo de la acción propuesta;
- f. El riesgo de proliferación de patógenos y vectores sanitarios como consecuencia de la aplicación o ejecución de planes, programas, o proyectos de inversión;
- g. La generación o promoción de descargas de residuos sólidos cuyas concentraciones sobrepasen las normas secundarias de calidad o emisión correspondientes.

Criterio 2.

Cuando el proyecto genera o presenta alteraciones significativas sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales, incluyendo suelo, agua, flora y fauna, con especial atención a la afectación de la diversidad biológica y territorios o recursos con valor ambiental y/o patrimonial. A objeto de evaluar la significancia del impacto sobre los recursos naturales, se deberán considerar los siguientes factores:

- a. El nivel de alteración del estado de conservación de suelos;
- b. La alteración de suelos frágiles;
- c. La generación o incremento de procesos erosivos al corto, mediano y largo plazo;
- d. La pérdida de fertilidad en suelos adyacentes a la acción propuesta;
- e. La inducción del deterioro del suelo;
- f. La acumulación de sales y/o vertido de contaminantes sobre el suelo;
- g. La alteración de especies de flora y fauna vulnerables, raras, insuficientemente conocidas o en peligro de extinción;
- h. La alteración del estado de conservación de especies de flora y fauna;
- i. La introducción de especies de flora y fauna exóticas que no existen previamente en el territorio involucrado;
- j. La promoción de actividades extractivas, de explotación o manejo de la fauna, flora u otros recursos naturales;
- k. La presentación o generación de algún efecto adverso sobre la biota, especialmente la endémica;
- l. La inducción a la tala de bosques nativos;

- m. El reemplazo de especies endémicas o relictas;
- n. La alteración de la representatividad de las formaciones vegetales y ecosistemas a nivel local, regional o nacional;
- o. La extracción, explotación o manejo de fauna nativa;
- p. Los efectos sobre la diversidad biológica y biotecnología;
- q. La alteración de cuerpos o cursos receptores de agua, por sobre caudales ecológicos;
- r. La alteración de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua;
- s. La modificación de los usos actuales del agua;
- t. La alteración de cursos o cuerpos de aguas subterráneas; y
- u. La alteración de la calidad del agua superficial, continental o marítima, y subterránea.

Criterio 3.

Cuando el proyecto genera o presenta alteraciones significativas sobre los atributos que dieron origen a un área clasificada como protegida o de valor paisajístico y estético de una zona. Con el objeto de evaluar si se presentan alteraciones significativas sobre las áreas clasificadas como protegidas o sobre el valor paisajístico y/o turístico de una zona, se deberán considerar los siguientes factores:

- a. La afectación, intervención o explotación de recursos naturales que se encuentran en áreas protegidas;
- b. La generación de nuevas áreas protegidas;
- c. La modificación de antiguas áreas protegidas;
- d. La pérdida de ambientes representativos y protegidos;
- e. La afectación, intervención o explotación de territorios con valor paisajístico y/o turístico;
- f. La obstrucción de la visibilidad a zonas con valor paisajístico;
- g. La modificación en la composición del paisaje;
- h. La promoción de la explotación de la belleza escénica; y
- i. El fomento al desarrollo de actividades recreativas y/o turísticas.

Criterio 4.

Cuando el proyecto genera reasentamientos, desplazamientos y reubicaciones de comunidades humanas, y alteraciones significativas sobre los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos, incluyendo los espacios urbanos. Se considera que concurre este criterio si se producen los siguientes efectos, características o circunstancias:

- a. La inducción a comunidades humanas que se encuentren en el área de influencia del proyecto a reasentarse o reubicarse, temporal o permanentemente;
- b. La afectación de grupos humanos protegidos por disposiciones especiales;
- c. La transformación de las actividades económicas, sociales o culturales con base ambiental del grupo o comunidad humana local;
- d. La obstrucción del acceso a recursos naturales que sirvan de base para alguna actividad económica o de subsistencia de comunidades humanas aledañas;
- e. La generación de procesos de ruptura de redes o alianzas sociales;
- f. Los cambios en la estructura demográfica local;
- g. La alteración de sistemas de vida de grupos étnicos con alto valor cultural; y
- h. La generación de nuevas condiciones para los grupos o comunidades humanas.

Criterio 5.

Cuando el proyecto genera o presenta alteraciones sobre monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y perteneciente al patrimonio cultural. Con el objetivo de evaluar si se generan alteraciones significativas en este ámbito, se considerarán los siguientes factores:

- a. La afectación, modificación, y deterioro de algún monumento histórico, arquitectónico, monumento público, monumento arqueológico, zona típica, o santuario de la naturaleza;
- b. La extracción de elementos de zonas donde existan piezas o construcciones con valor histórico, arquitectónico o arqueológico; y
- c. La afectación de recursos arqueológicos en cualquiera de sus formas.

12.2 Análisis de Impactos

12.2.1 Análisis de los impactos ambientales durante la etapa de construcción de las instalaciones y facilidades

A continuación se analizan los impactos de las actividades del proyecto sobre los factores del medio ambiente físico, biótico y socioeconómico, durante alrededor de 1 año que durarán las mismas.

En esta etapa, una actividad relevante será el movimiento de tierras en el AP, estimada en 115 hectáreas, de las cuales 46.5 hectáreas corresponden a la huella

ambiental. Esta actividad conllevará no solo el corte del terreno sino la adecuada conformación de este material en sitios adecuados. Además, la capa superficial orgánica, estimada en 140,000 m³, de todas estas áreas será trasladada hacia los dos sitios de depósito y que abarcarán alrededor de 7.1 hectáreas, donde se almacenará y conservará hasta que sea utilizada en actividades de revegetación y rehabilitación de las áreas. A pesar que el uso del suelo en las áreas a intervenir es mayoritariamente agrícola, se deberán de cortar algunos árboles, para lo cual se contará con el permiso de INAB, que ya cuenta con el estudio de cambio de uso del suelo.

Será necesario realizar el movimiento de tierras para construir las plataformas donde se ubicarán los componentes de la planta de proceso, así como la conformación del sitio de depósito de colas, así como las piletas de captación de aguas del área impactada, del proceso y de las colas, y las instalaciones de apoyo.

A continuación se hace una descripción de los impactos de las actividades descritas anteriormente sobre los factores del medio ambiente abiótico, biótico y socioeconómico, durante el período de construcción de las instalaciones y facilidades que durará alrededor de 1 año.

Para cada uno de los factores del medio ambiente, primero se hará una descripción de las actividades durante esta fase que potencialmente pudiera afectarlos. Segundo, se indicará los niveles o el estado actual, sin proyecto, de cada factor del medio ambiente considerado (línea base). Tercero, se estimará cuánto o en qué cambiará la línea base ambiental por los impactos generados por las actividades que se llevarán a cabo, tomando en cuenta las medidas de prevención, control, mitigación y compensación.

12.2.1.1 Calidad del Aire

Las emisiones de gases de combustión de los motores de la maquinaria y equipo de construcción y el polvo generado sobre todo por el movimiento de tierras, afectarán la calidad del aire. Los trabajos de remoción de la capa vegetal del suelo y por el movimiento de tierras para construir las plataformas de las instalaciones, así como de las facilidades, se generará polvo. Las emisiones de gases de combustión y el polvo podrían también afectar a los trabajadores y en mínimo grado a los comunitarios al no haber viviendas dentro de la AP y el AID. Precisamente se está construyendo un nuevo camino de acceso al proyecto, autorizado en el estudio de EIA de los túneles,

para evitar que el polvo y el tránsito de vehículos, afecten a personas de Los Planes y resto de comunidades cercanas; de hecho desde abril del 2011 no se utiliza ese acceso.

Las concentraciones de los parámetros de calidad del aire se han venido midiendo trimestralmente desde el 2008 a la fecha, están por debajo de los valores de las normas y guías de la OMS y del BM, excepto en los puntos de medición contiguos a caminos de terracería, que de Sabana Redonda conduce a El Fucío, como se indica en el inciso 8.6 del capítulo 8 anterior. Es decir, se cuenta con una línea base que permitirá detectar cambios fuera de los rangos presentados durante los últimos tres años, por efecto de las actividades del proyecto.

Las concentraciones de los parámetros de calidad del aire aumentarán con respecto a los valores actuales, pero con las medidas de prevención y mitigación que se implementarán (regar agua, minimizar el corte del suelo y dar mantenimiento a los motores de la maquinaria y equipo y dotar del equipo de protección de los trabajadores), como se describirán en detalle en inciso 13.1 del capítulo 13 siguiente, estos se mantendrán por debajo de los valores guía de la OMS y BM.

Por lo tanto, la calificación del impacto de alteración de la calidad del aire por emisiones gaseosas y presencia de partículas de polvo resulta ser de Importancia Menor (-27, como se muestra en el Cuadro 12.10 en el inciso 12.2.2.4, posterior), debido a que el carácter es negativo, la intensidad es media (2), la probabilidad de ocurrencia es cierta (8), la extensión local (4), la duración es temporal (2), el desarrollo es inmediato (1) y es reversible (2).

12.2.1.2 Ruido y Vibraciones

El funcionamiento del equipo y la maquinaria de construcción, sobre todo durante el movimiento de tierra y por el tránsito vehicular dentro del AP, aumentarán los niveles de sonido. Las vibraciones generadas por el movimiento de maquinaria pesada durante esta fase serán mínimas.

Los niveles de sonido se han venido midiendo trimestralmente desde el 2008 hasta la fecha, estando por debajo de los valores de las normas y guías de la OMS y del BM, excepto en los puntos de medición contiguos a caminos de terracería, que de Sabana Redonda conduce a El Fucío, como se indica en el inciso 8.6.1 del capítulo 8 anterior.

Las vibraciones fueron medidas como parte del estudio de EIA de los túneles, reportándose como era de esperarse valores imperceptibles y por debajo de la norma del US Bureau of Mines (USBM); se midieron vibraciones en los patios de las viviendas más cercanas al proyecto, y adicionalmente se hizo una evaluación del tipo y del estado de los materiales de construcción de las paredes de las viviendas, como se indica en el inciso 8.6.1 del capítulo 8 anterior y el inciso 10.6 del capítulo 10 anterior. Como a partir de mayo del 2011 se empezó la excavación de los portales de los túneles Este y Oeste, se realizaron mediciones de las vibraciones que generaron las detonaciones, las cuales mostraron que están por debajo de la norma USBM. Es decir, se cuenta con una línea base que permitirá detectar cambios fuera de los rangos presentados durante los últimos tres años, por efecto de las actividades del proyecto.

Los niveles de sonido aumentarán con respecto a los valores actuales, y también las vibraciones aunque en mínima parte, pero con las medidas de prevención, control y mitigación que se implementarán (mantenimiento a los motores de la maquinaria y equipo y vehículos, silenciadores en las máquinas más ruidosas, luces en lugar de sonido para cuando la maquinaria y vehículos retrocedan, evitar tocar innecesariamente la bocina, dotar del equipo de protección de los trabajadores y monitoreo de los valores de sonido y vibraciones y del estado de las viviendas), como se describirán en detalle en el inciso 13.1 del capítulo 13 siguiente, estos se mantendrán por debajo de los valores guía de la OMS y BM, y de la norma USBM, respectivamente.

Por lo tanto el impacto se califica como de Importancia Menor (-31), con un carácter de rango negativo (-), intensidad alta (4), probabilidad de ocurrencia cierta (8), la extensión es local (4), de duración temporal (2), de desarrollo Inmediato (1), y el impacto si es reversible (2).

12.2.1.3 Agua Superficial

El movimiento de tierras que se deberá realizar para la construcción de las instalaciones y facilidades, será la principal actividad en superficie que podría afectar al agua superficial (deterioro de la calidad por arrastre del suelo no conformado y mayor escorrentía por cambio de uso el suelo). A continuación se describen las posibles afectaciones:

- ✓ La inadecuada disposición del material producto del movimiento de tierras (alrededor de 140,000 m³) podría favorecer que el suelo fuese transportado hacia la quebrada Escobal y hacia el río El Dorado, durante los eventos de precipitación escorrentía, afectando sobre todo su calidad.
- ✓ La impermeabilización de alrededor de 46.5 hectáreas aumentará la escorrentía.
- ✓ Las descargas de las aguas residuales domésticas sin tratamiento afectaría la calidad del cuerpo de agua receptor.
- ✓ La descarga inadecuada al suelo de los residuos de hidrocarburos o cualquier otro fluido provenientes de las reparaciones de la maquinaria y equipo afectaría también a las aguas superficiales y subterráneas.

Los caudales y la calidad del agua de los cuerpos de agua de la microcuenca quebrada El Escobal y de las microcuencas y subcuencas vecinas, como La Honda, El Dorado y Tapalapa, se han venido midiendo trimestralmente desde el 2008 a la fecha. Es decir, se cuenta con una línea base que permitirá detectar cambios fuera de los rangos presentados durante los últimos tres años, por efecto de las actividades del proyecto.

Las concentraciones de algunos parámetros físicos, químicos y bacteriológicos podrían aumentar con respecto a los valores actuales, pero con las medidas de prevención, control y mitigación que se implementarán, como conformar adecuadamente el material proveniente del movimiento de tierras, ubicar los sitios de depósito a más de 50 metros de la quebrada y captar y conducir la escorrentía hacia cajas de sedimentación, previo a su descarga hacia la quebrada El Escobal y el río El Dorado, realizar el movimiento de tierra de preferencia durante la época seca (noviembre del 2011 a abril del 2012), disponer adecuadamente las aguas residuales domésticas (letrinas portátiles y luego en la planta de tratamiento), prevenir los derrames de residuos de hidrocarburos, entre otras medidas que se describirán en detalle en el inciso 13.1 del capítulo 13 siguiente, estos se mantendrán dentro del rango reportado a la fecha.

Por lo que el impacto se califica como de Importancia Menor (-35) debido a que el carácter se calificó como negativo (-) porque indica deterioro en la condición basal del componente, intensidad alta (4) porque la alteración de la condición original es significativa, la probabilidad de ocurrencia como probable (4) ya que el porcentaje de manifestación del impacto es mayor a un 25%, la extensión es regional (8) porque su

efecto puede abarcar territorio fuera de la propiedad del proyecto, la duración temporal (2) porque se manifiesta dentro de un plazo determinado, el desarrollo inmediato (1), y si es reversible (2).

12.2.1.4 Agua Subterránea

La construcción de las instalaciones y edificaciones que abarcarán alrededor de 46.5 hectáreas impermeabilizarán el suelo y subsuelo afectando la infiltración y por consiguiente el acuífero superior. La descarga de aguas residuales domésticas directamente al subsuelo, así como los derrames de residuos hidrocarburos al suelo, afectaría la calidad del agua subterránea. Se requerirá de perforar dos pozos para contar con agua para el abastecimiento de los servicios en el campamento y oficinas, los cuales extraerán agua del acuífero profundo. La captación del agua de desagüe de la mina, podría ser necesaria durante esta etapa, ya que se está construyendo los túneles.

La calidad del agua de los nacimientos y pozos de la microcuenca quebrada El Escobal y de las micro cuencas y subcuencas vecinas, como La Honda, El Dorado, San Rafael y Tapalapa, han venido midiéndose desde el 2008 a la fecha. La empresa Global Resources Engineering Ltd. (GRE), han llevado a cabo una extensa investigación de agua subterránea entre noviembre del 2010 y marzo del 2011, para fines de conocer su comportamiento y el efecto de la extracción de agua, complementario al estudio hidrogeológico presentado en el estudio de EIA de los túneles.

La infiltración disminuirá por efecto de la construcción de las instalaciones y facilidades, y las concentraciones de algunos parámetros físicos, químicos y bacteriológicos podrían aumentar con respecto a los valores actuales, pero con las medidas de prevención, control y mitigación que se implementarán, varias de estas indicadas anteriormente para el agua superficial, estas se mantendrán dentro del rango reportado a la fecha. El estudio hidrogeológico complementario elaborado por GRE demostró que el caudal que se extraerá del acuífero a través de los 2 pozos, no afectará los rendimientos de los pozos mecánicos existentes en la zona. En el inciso de agua subterránea durante la etapa de operación, se describirá en detalle los resultados del informe de GRE.

Por lo tanto, el impacto se califica como de Importancia Menor (-27) debido a que el carácter del impacto es negativo (-), la intensidad es media (2) porque el grado de alteración original del agua subterránea presenta cambios dentro de un rango aceptable, la ocurrencia es cierta (8), la extensión es local (4) porque su efecto abarca la parte baja de la micro cuenca, la duración temporal (2), ya que no supone una alteración permanente y si es reversible (2).

12.2.1.5 Suelo

La remoción de la capa superficial del suelo en las 46.5 hectáreas que serán intervenidas directamente afectará la estructura del suelo al removerlo, compactarlo e impermeabilizarlo. Las descargas de las aguas residuales domésticas sin tratamiento y de desechos sólidos, de descargarse al suelo afectarían su calidad. La descarga inadecuada o derrames al suelo de los residuos de hidrocarburos o cualquier otro fluido provenientes de las reparaciones de la maquinaria y equipo lo afectarían.

Las características del suelo fueron descritas en el inciso 8.3 del capítulo 8 anterior. Los suelos son franco areno arcillosos, con densidad aparente entre 0.98 a 1.18 gramos/cm³. También se midieron las concentraciones de metales pesados como cadmio, cromo, plomo, arsénico y mercurio en 25 muestras de suelos en el área de influencia, lo cual permitirá detectar cambios fuera de los rangos presentados por efecto de las actividades del proyecto.

El suelo de las 46.5 hectáreas será afectado hasta que en la etapa de cierre se reconstituya. Sin embargo, se cuenta con una serie de medidas para prevenir, mitigar y compensar los potenciales impactos, como que el suelo superficial (capa orgánica) que será removido, será almacenado y conservado en dos sitios específicos hasta que sea usado para revegetar áreas, se llevará un estricto control del manejo de residuos de hidrocarburos en el taller, colocando fosas de captación para prevenir que en caso de derrame llegue al suelo, se colocarán botes de basura para clasificarla y reciclarla y depositar los inertes en un relleno sanitario manual, entre otras.

Por lo tanto, el impacto ha sido calificado como de Importancia Moderada (-40) con un carácter negativo (-), con una intensidad alta (4), la probabilidad de ocurrencia es cierta (8), la extensión es puntual (2), la duración es permanente (8), el desarrollo es de largo plazo (8) el impacto se manifiesta después de un largo periodo de tiempo sobre la línea base, es irreversible en el tiempo (4).

12.2.1.6 Subsuelo

El movimiento de tierras en las 46.5 hectáreas que serán intervenidas directamente afectará la estructura del suelo al removerlo, y al subsuelo al colocarle material selecto y compactarlo, así como impermeabilizarlo. Las descargas de las aguas residuales domésticas sin tratamiento y de desechos sólidos, de descargarse al suelo afectarían su calidad. La descarga inadecuada o derrames al suelo de los residuos de hidrocarburos o cualquier otro fluido provenientes de las reparaciones de la maquinaria y equipo lo afectarían.

Como se indicó, las características del suelo y subsuelo fueron descritas en el inciso 8.3 del capítulo 8 anterior. Los suelos son franco areno arcillosos, con densidad aparente entre 0.98 a 1.18 gramos/cm³. También se midieron las concentraciones de metales pesados como cadmio, cromo, plomo, arsénico y mercurio en 25 muestras de suelos en el área de influencia, lo cual permitirá detectar cambios fuera de los rangos presentados por efecto de las actividades del proyecto.

El subsuelo de las 46.5 hectáreas será afectado hasta que en la etapa de cierre se reconstituya. Sin embargo, se cuenta con una serie de medidas para prevenir, mitigar y compensar los potenciales impactos, las cuales se indicaron en el inciso 5 anterior.

Por lo tanto, el impacto ha sido calificado como de Importancia Moderada (-42) con un carácter negativo (-), con una intensidad elevada (8) el grado de alteración del suelo y subsuelo es completo en el AP, la probabilidad de ocurrencia es cierta (8), la extensión es puntual (2) el efecto se verifica dentro del territorio donde operara el proyecto, la duración es permanente (4) ya que el impacto supone una duración indefinida en el tiempo, el desarrollo es de mediano plazo (4) el impacto se representara como consecuencia directa de la actividad y es irreversible (4).

12.2.1.7 Flora y Fauna Silvestre

El movimiento de tierras requerirá que se corte la vegetación y remover la capa superficial del suelo lo cual generará un impacto sobre la flora y en algunas especies de fauna. Los niveles de sonido y la generación de polvo, así como por la presencia

de los trabajadores podría afectar a la fauna del AP y AID. La descarga de residuos líquidos y sólidos al suelo también podría afectar a la fauna silvestre del área.

En el capítulo 9 anterior se describió el componente biótico indicando que el área del proyecto como su área de influencia directa ha sido intervenida desde hace varios años, por lo que la cobertura vegetal ocupa un bajo porcentaje de la zona, aunque se conserva pequeños parches de bosque y las especies de fauna existentes han logrado sobrevivir a la presencia del hombre. El área propiedad de la empresa sujeta a intervención directa será de 115 hectáreas (44%), siendo en 90 hectáreas hacia donde se distribuyen espacialmente los árboles dispersos. En esta área se encuentran especies como Encino, *Quercus* sp.; Capulín, *Celtis canescens*; Guachipilín, *Diphisa* sp.; matasano, *Casimiroa edulis*; zope, *Lysiloma* sp; pino, *Pinus oocarpa*; ciprés, *Cupresus lusitánica*; Taray, *Astronium conzattii*; entre otras. Los árboles son maduros, mal formados, con densidad abierta y sin manejo forestal. En las 115 hectáreas a intervenir, se cortarán 614 árboles, que tienen un volumen de 369.56 m³, de los cuales 105 son ciprés y encino no comerciales por su deformidad, y representan alrededor del 20% del volumen total, y los 509 árboles restantes son, de bajo a nulo valor comercial. Desde el 2008 a la fecha se realizan muestreos de la flora y fauna, por lo que se cuenta con una línea base que permitirá detectar cambios por efecto de las actividades del proyecto.

La flora del área a intervenir será afectada permanentemente hasta que en la etapa de cierre se reconstituya con la siembra de árboles y arbustos. Se presentara al INAB el plan de manejo para licencia de aprovechamiento forestal de árboles dispersos en las 115 hectáreas; El estudio para solicitar la licencia se adjunta en el Anexo 5. El área a reforestar según las estimaciones realizadas será de 2.51 hectáreas, tendiendo la empresa una área disponible de 13.87 hectáreas, en donde sería posible compensar dicho compromiso, como se muestra en la Figura 12.2.

En relación a la fauna que es escasa y podrá mobilizarse en su mayoría, tomando en cuenta que las propiedades de la empresa abarcan 262.13 hectáreas. Los impactos sobre flora y fauna contarán con una serie de medidas para prevenirlos, mitigarlos y compensarlos, como utilizar las áreas sin cobertura vegetal para ubicar las instalaciones y facilidades del proyecto. Además, entre las medidas estarán las indicadas para el control del ruido y el polvo, para la iluminación durante la noche, para el manejo de los residuos líquidos y sólidos (agua y suelo), así como la capacitación sobre las normas de comportamiento de los trabajadores con respecto a

la flora (será prohibido hacer leña) y fauna (será prohibido la caza), contribuirán a minimizar los efectos negativos.

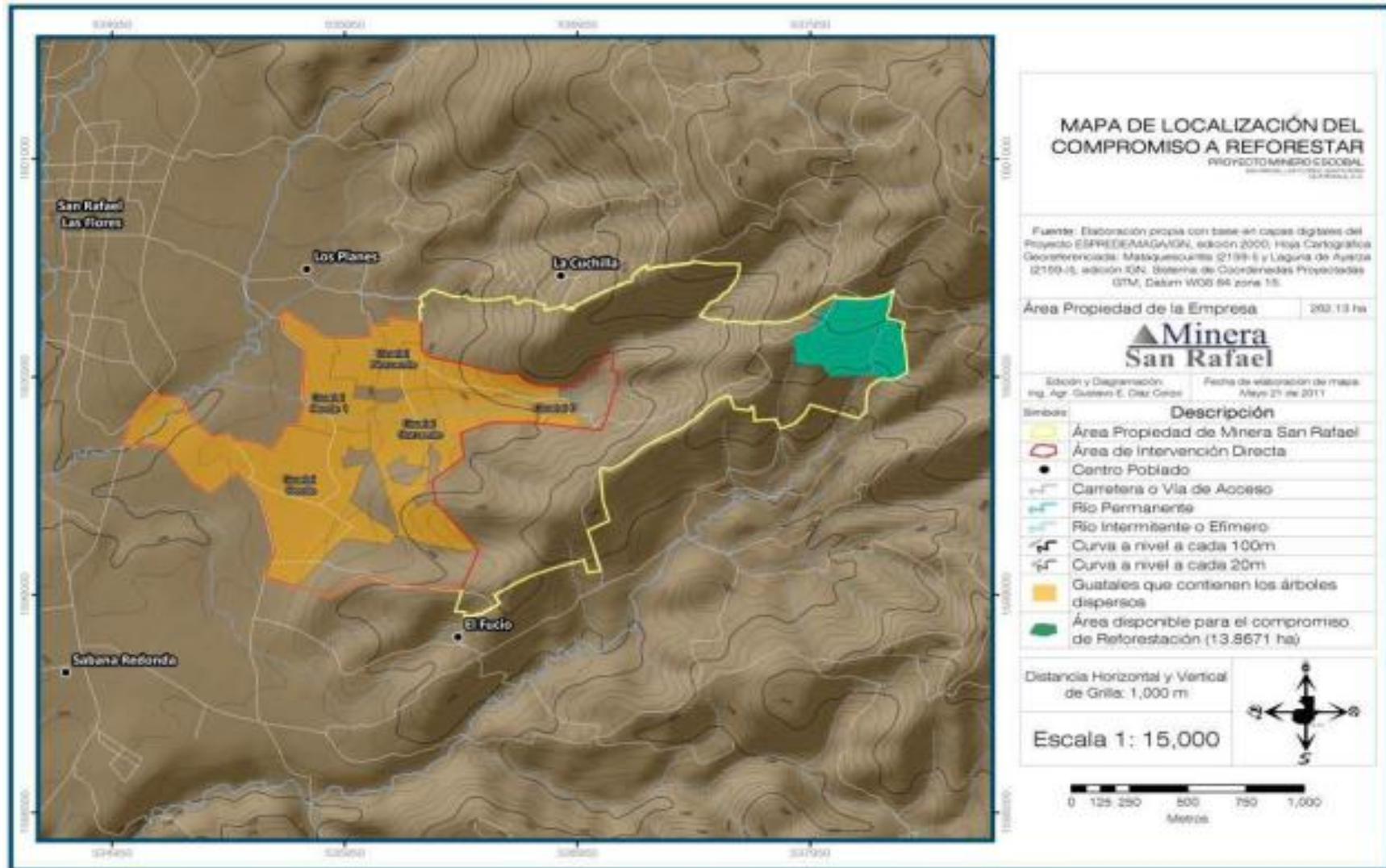
Por lo tanto, el impacto se califica como de Importancia Menor (-37) debido a que el carácter es negativo (-), la intensidad es media (2) pues presenta cambios notorios en la línea basal, la probabilidad de ocurrencia es cierta (8), la extensión del impacto es puntual (2) ya que su efecto se manifiesta dentro del territorio donde se localiza el proyecto, duración permanente (8), desarrollo inmediato (1) el impacto se manifestara al momento de ejecutarse la actividad del proyecto, y será permanente, aunque se compensará conservando las áreas con cobertura arbórea (4).

12.2.1.8 Medio Socioeconómico

En el ámbito socioeconómico hay varios efectos potenciales tanto positivos como negativos. Las actividades del proyecto requerirán de la contratación de mano de obra (alrededor de 1,000 personas), que como para las actividades actuales de exploración la mayoría (alrededor del 70%; de los 243 colaboradores de la empresa, 167 son del Departamento de Santa Rosa), serán personas de las comunidades vecinas y cercanas. Adicionalmente, los salarios de los trabajadores inyectarán dinero al municipio, lo que hará que se incrementen el comercio sobre todo en San Rafael Las Flores.

Entre los efectos potenciales negativos al ámbito socioeconómico se tiene que por el mejoramiento económico de los trabajadores, los precios de los productos de la canasta básica podría aumentar en detrimento de las familias que sus miembros no trabajan para la empresa, como ha sido manifestado en los talleres. Otro efecto potencial negativo es la presencia de personas de otros lugares del país, con costumbres diferentes, así como el posible apareamiento de prostíbulos y de otros bares, lo cual afectaría la forma de vida del municipio y específicamente de San Rafael Las Flores. Un efecto neutral podría ser que aumentará el valor de la mano de obra para contratar a trabajadores en la agricultura, polleras, etc., lo cual será beneficioso para el contratado, pero afectará los ingresos del empresario, que lo trasladará al producto.

Figura 12.2 Ubicación de las áreas con guatales que contienen árboles dispersos que serán cortados, y del área disponible para el compromiso de reforestación



En relación al tráfico, habrá un aumento al inicio de la construcción, cuando se traiga la maquinaria equipo que se necesitará, sin embargo, el resto del tiempo, el tráfico será generado por 6 autobuses que llevara en la mañana a los trabajadores y los traerá en la tarde, unos 3 camiones cisterna de combustible a la semana, y las motos de los comunitarios que trabajaran en el proyecto. El transporte del material producto del movimiento de tierra no afectará el tráfico local porque se depositará dentro de los terrenos de la empresa.

Se estima la cantidad de transporte que se movilizará durante esta fase será: Desde el puerto hacia el Proyecto, 600 contenedores de 40' y 50', cargas sobredimensionadas; Desde cualquier parte de territorio nacional al Proyecto, 1,200 camiones; Tránsito local (San Rafael Las Flores, Mataquescuintla, Casillas, etc.), 700 camiones. La movilización de equipo se realizará cumpliendo el reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores y sus combinaciones (acuerdo gubernativo 1084-92 Reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores y sus combinaciones).

La intervención del proyecto en 46.5 hectáreas cambiará el uso actual de la tierra en esa superficie, sin embargo, como se ha indicado el uso del suelo de estas superficie es principalmente agrícola, y además entre las medidas de compensación estarán que ya que la propiedad de la empresa abarca 262.13 hectáreas, se conservarán las áreas con cobertura arbórea y se reforestará con especies nativas en algunas otras áreas.

En el inciso 10.10 del capítulo 10 anterior, se hizo una descripción de las áreas socialmente sensibles y vulnerables en el área de influencia directa e indirecta del proyecto, así como en los incisos 10.1 y 10.4 se describieron las características de la población y de los servicios básicos, respectivamente. Lo anterior se puede resumir que algunos miembros de las comunidades vecinas al proyecto tienen niveles altos de pobreza e insuficientes servicios básicos.

La construcción de las instalaciones y facilidades que durarán alrededor de 1 año, generará efectos positivos y negativos en el ámbito socioeconómico. Para prevenir, mitigar y compensar los impactos negativos se contará con una serie de medidas, incluyendo la información veraz y oportuna; La comunicación fluida que existe entre la empresa y los pobladores de las comunidades aledañas y sus autoridades, ha permitido hasta la fecha el desarrollo de las actividades exploratorias.

Presenta un Impacto Positivo de Importancia Moderada (con puntuación 44), de carácter positivo (+) por la generación de fuentes de trabajo que aportara durante el tiempo de duración, de intensidad alta (4) ya que el grado de alteración de la línea base es significativo, la probabilidad de ocurrencia es cierta (8), extensión regional (8) su efecto abarcaría territorios fuera del área del proyecto, una duración temporal (4), desarrollo corto plazo (2) ya que se manifestara luego de realizado la actividad, y será temporal (2).

12.2.1.9 Recursos Culturales e Históricos

El movimiento de tierras en las 46.5 hectáreas podría afectar algún vestigio arqueológico. En ese sentido, durante la etapa de diseño de la ubicación de las instalaciones y facilidades, arqueólogos realizaron reconocimientos a manera de constatar que no hubiese ningún vestigio.

En el inciso 10.8 del capítulo 10 anterior se indicó que en el área de influencia del proyecto hay dos grupos de vestigios arqueológicos. Estos grupos están retirados de donde se encuentran los componentes del proyecto.

Las actividades de exploración previstas se desarrollaran sin ocasionar ningún impacto sobre los vestigios históricos, arqueológico y de cualquier otro tipo (cultural, religiosos). Arqueólogos liberarán los sitios de intervención previa al inicio de cualquier movimiento de tierras.

Por lo tanto, presenta un Impacto de Importancia No Significativa (14), con carácter neutro (0) ya que no afecta ni positiva ni negativamente la condición basal de los vestigios arqueológicos, de intensidad baja (1), pues la condición se mantiene, ocurrencia poco probable (1) la probabilidad que se manifieste es menor a un 25%, extensión puntual (2) se verifica dentro del área del proyecto, duración temporal (2), desarrollo inmediato (1) y es reversible (2).

12.2.1.10 Paisaje y Visual

Las instalaciones y facilidades modificarán el paisaje y la visual desde algunos puntos de la RD-3 que de San Rafael Las Flores va hacia Mataquescuintla y desde la

cabecera municipal de San Rafael Las Flores. Desde las comunidades, excepto algunas viviendas de Los Planes y La Cuchilla, no será factible observar el proyecto.

El paisaje original de la AP ha sido modificado sobre todo por las actividades agrícolas. En la época de lluvias, el paisaje desde la RD-3 es muy agradable, aunque se ve afectado por los invernaderos, polleras y caminos vecinales.

Para mitigar y compensar los efectos sobre el paisaje y visual por el proyecto, se revegetará con especies locales las áreas a medida que se vayan liberando y cuando se finalicen las actividades durante esta fase del proyecto, en terrenos propiedad de la empresa.

Por lo tanto, se califica como de Importancia No Significativa (-23), debido a que el carácter es de rango negativo (-), la intensidad del impacto es media (2), la ocurrencia es probable (4) ya que el porcentaje de la probabilidad de la manifestación del impacto topográfico y visual es mayor a un 25%, la extensión es puntual (2) por que el área afectada por el impacto se verifica dentro del territorio del proyecto, duración a mediano plazo (4) el impacto supone una duración no permanente en el tiempo, desarrollo Inmediato (1) el impacto se manifestara en el momento de ejecutarse la actividad del proyecto y es reversible (2).

12.2.2 Análisis de los impactos ambientales durante la etapa de extracción y procesamiento del mineral y mantenimiento de instalaciones y facilidades

A continuación se analizan los impactos de las actividades del proyecto sobre los factores del medio ambiente físico, biótico y socioeconómico, durante los 18 años que durarán las mismas.

En la etapa de excavación de las rampas y bahías para el acceso a la veta y la extracción de los minerales de la zona de mineralización (veta), implicará el mantenimiento de las instalaciones y facilidades de apoyo, que consistirán de: i) El mantenimiento del camino de acceso; ii) Operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales del proceso, del desagüe de los túneles y de las aguas residuales domésticas; iii) Provisión de servicios de agua, electricidad, ventilación, combustible, explosivos, etc.

Otra actividad relevante durante esta fase será los efectos sobre la roca y veta, así como sobre los trabajadores por las condiciones bajo tierra, así como el depósito y conformación de la roca hacia el depósito de colas. El mineral extraído irá a patios de almacenamiento temporal, para su procesamiento inmediato. Esta actividad conllevará la adecuada conformación del material inerte y colas, estimadas en alrededor de 4.7 millones de m³, pero también la captación y bombeo del agua dentro de los túneles (desagüe) y su conducción hacia fuera (piletas de captación). Estas actividades implican también riesgos a la seguridad y salud de los trabajadores dentro y fuera de los túneles.

Otra actividad relevante del proyecto en esta etapa será el proceso de concentrar el mineral extraído. El mineral que se extraerá irá hacia los patios de apilamiento para ser inmediatamente procesados (trituración, molienda, flotación, desecado, concentrado y ensacado). En el proceso se requerirá de agua y se generará agua residual que será tratada y reciclada. Se requerirán químicos lo que implica el riesgo en su manipulación. Se generará ruido y polvo, sobre todo en el transporte de material, trituración y molienda y por el depósito en el área de colas. Esta actividad tendrá también riesgos a la seguridad y salud de los trabajadores.

A continuación se hace una descripción de los impactos de las actividades descritas anteriormente sobre los factores del medio ambiente abiótico, biótico y socioeconómico, durante el período de extracción y procesamiento del mineral durante los 18 años que durarán las mismas.

Para cada uno de los factores del medio ambiente, primero se hará una descripción de las actividades durante esta fase que potencialmente pudiera afectarlos. Segundo, se indicará los niveles o el estado actual, sin proyecto, de cada factor del medio ambiente considerado (línea base). Tercero, se estimará cuánto o en qué cambiará la línea base ambiental por los impactos generados por las actividades que se llevarán a cabo, tomando en cuenta las medidas de prevención, control, mitigación y compensación.

12.2.2.1 Calidad del Aire

Durante la etapa de extracción y procesamiento del mineral, la calidad del aire será afectada principalmente por el material particulado (detonaciones que serán alejadas de la superficie, trituración y molienda, transporte y depósito al sitio de colas) y por la

emisión de gases de combustión de los motores de la maquinaria y equipo utilizada, tanto en la superficie como bajo tierra. Adicionalmente, debido al transporte de insumos y productos por el camino de terracería y por la disposición de material estéril y el procesado al sitio de colas, se generará polvo.

Como se indicó en el inciso 12.2.1 anterior, las concentraciones de los parámetros de la calidad del aire se han venido midiendo trimestralmente desde el 2009 a la fecha, y están por debajo de los valores de las normas y guías de la OMS y del BM, incluyendo las partículas como se indica en el inciso 8.6 del capítulo 8 anterior, excepto en los puntos de medición contiguos a caminos de terracería, que de Sabana Redonda conduce a El Fucío. Es decir se cuenta con una línea base que permitirá detectar cambios fuera de los rangos presentados durante los últimos tres años, por efecto de las actividades del proyecto.

Como medida de mitigación se ha considerado el riego frecuente de los caminos de terracería, así como el uso de maquinaria que cumpla con las normas de emisión establecidas y la implementación de un adecuado programa de mantenimiento de maquinaria y equipos. Además, el uso de equipo de protección y mascarillas para los trabajadores de la mina, considerando el área de trabajo. Dentro de la mina el polvo, aunque el interior de la mina estará húmedo, se aplicará agua para controlarlo después de las explosiones, además de ser succionado hacia afuera, y en el área de las trituradoras y molino se contará con dispositivos para controlar el polvo (aspersión de agua, cubiertas (la secundaria), y filtros).

Por lo tanto el impacto se califica como de Importancia Moderada (-43 como se muestra en el Cuadro 12.11 en el inciso 12.2.2.4 posterior), con un carácter negativo (-), de intensidad elevada (8), probabilidad de ocurrencia cierta (8), con extensión local (4), de duración de mediano plazo (4), de desarrollo inmediato (1) y de reversibilidad temporal (2) ya que una vez finalizado el proyecto regresara a su estado basal.

12.2.2.2 Ruido y Vibraciones

En la etapa de extracción y procesamiento del mineral se producirán ruidos y vibraciones causados por las detonaciones para la extracción del mineral de la mina, así como por el transporte del mineral, insumos y productos, así como el depósito de las colas en el área diseñada, y por la trituración y molienda del mineral.

Como se indicó anteriormente, durante los estudios y monitoreo realizados mensualmente desde el 2009 a la fecha, se observa que los parámetros medidos de la intensidad del sonido en los terrenos del proyecto, reportaron valores comparativamente menores (como se observa en el inciso 8.6.1 del capítulo 8), que los observados, como era de esperarse, en los poblados cercanos, por estar estos últimos sometidos al tránsito vehicular, sobre todo en los puntos de medición contiguos a caminos de terracería, que de Sabana Redonda conduce a El Fucío. De la misma forma las vibraciones fueron medidas en las comunidades vecinas al proyecto, reportándose los valores de velocidad y frecuencia por debajo de los que podrían afectar las casas y otras infraestructuras comunales (iglesia, escuelas, etc.), incluyendo las más cercanas (La Cuchilla, Los Planes, Las Nueces y El Fucío). Adicionalmente, se realizó una evaluación del tipo y del estado de los materiales de construcción de las paredes de las casas de las comunidades (como se indica en el capítulo 8 anterior); es decir, se cuenta con una línea base que permitirá detectar cambios fuera de los rangos presentados durante los últimos tres años por efecto de las actividades del proyecto.

Adicionalmente, se realizaron mediciones de los niveles de sonido durante las detonaciones realizadas recientemente para iniciar la excavación de los portales Este y Oeste, trabajo autorizado en el estudio de EIA de los túneles, de marzo del 2011. En las Figuras 12.3a y 12.3 b y 12.3c, se muestra los resultados de la medición de los niveles de sonido realizados y en el Cuadro 12.1, se resumen estos.

Los aparatos utilizados para medir la intensidad del sonido, fueron instalados a escasos 50 metros de los sitios de detonación, y como se muestra en las figuras, y el valor máximo reportado de todas las detonaciones fue 98.3 decibelios, por lo que a la distancia que se ubica la vivienda más cercana estas son imperceptibles. Además, el valor máximo de la detonación realizada a las 3:00 pm del 10 de mayo en el portal Este, no coincide con la hora de la detonación, aunque es ligeramente menor.

Cuadro 12.1 Niveles de sonido antes, durante y después de las detonaciones

Portal	Fecha	Ubicación del portal (m)	Hora de detonación	Leq (dB A)	Promedio diurno (dB A)	Promedio nocturno (dB A)	Mínimo (dB A)	Máximo (dB A)
Este	10-05-11	50	15:00	62.1	64.3	47.2	24	93.5
Este	23-05-11	50	12:30;14:10	59.9	60.7	48.0	43.5	96.7
Oeste	24-05-11	60	18:00	64.6	64.9	42.9	24	98.3

Figura 12.3a Sitio de medición y niveles de sonido reportados por la detonación 1 en el Portal Oeste



Monitoreo de Voladura Portal "W" 24/05/2011

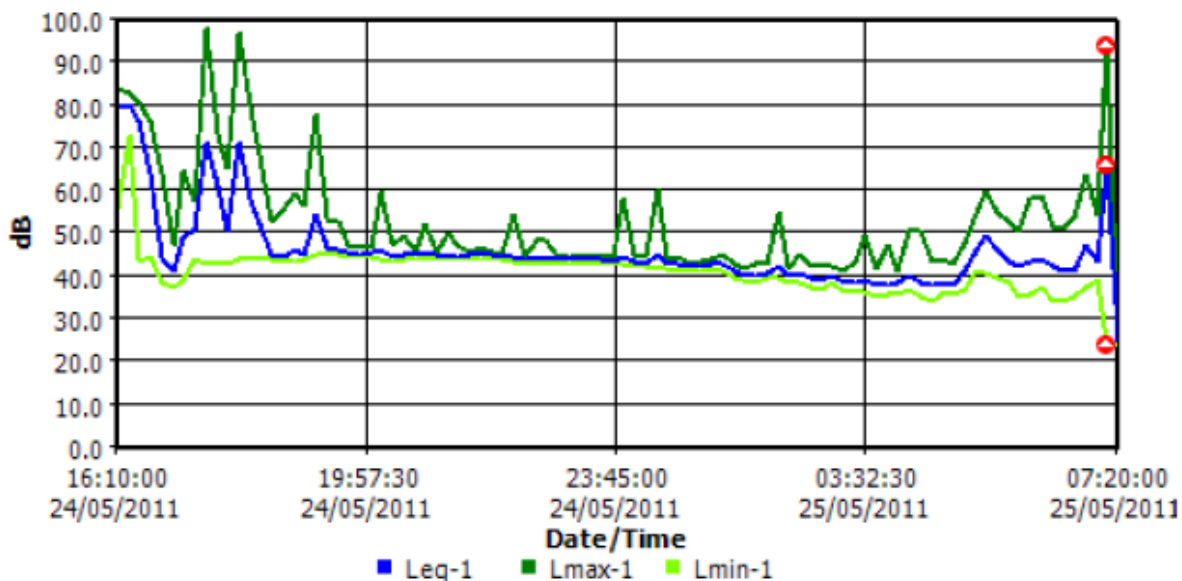
Panel de Informacion

Name Detonacion Portal "W"
 Location Aproximadamente a 60 mts. del portal
 User Name Departamento de Medio Ambiente
 Stop Time Miercoles, 25 de Mayo de 2011 07:25:43
 Start Time Martes, 24 de Mayo de 2011 16:00:00
 Comments La detonacion fue a las 18:00 PM

Panel general de datos

Description	Meter/Sensor	Value	Description	Meter/Sensor	Value
Weighting	1	A	Response	1	SLOW
Exchange Rate	1	3 dB	Lmax	1	98.3 dB
Lmin	1	24 dB	Leq	1	64.6 dB

Grafica de datos



Historial de calibración

Date	Action	Level	Serial Number	Certification Date
27/12/2010 04:18:18 p.m	Calibration	114.0		

Figura 12.3b Sitio de medición y niveles de sonido reportados por la detonación 2, en el Portal Este

Promedio Diurno	Promedio Nocturno
64.3	47.2



Ruido portal E

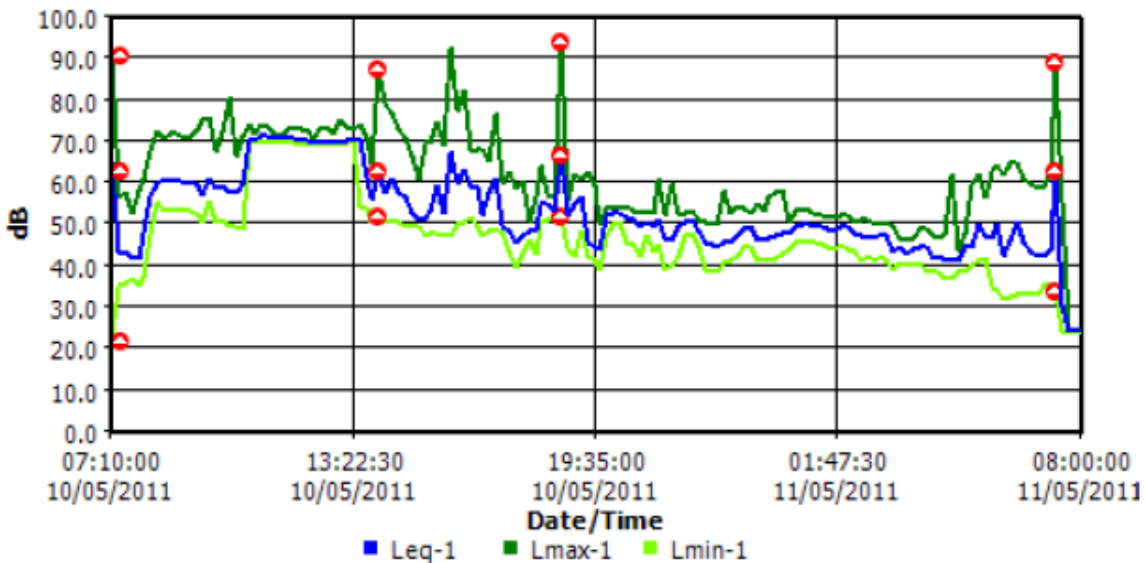
Panel de Informacion

Name	Medicion de ruido portal E
Location	Portal E
User Name	Depto. de medio ambiente
Stop Time	Miércoles, 11 de Mayo de 2011 08:05:23
Start Time	Martes, 10 de Mayo de 2011 07:00:00
Comments	

Panel general de datos

Description	Meter/Sensor	Value	Description	Meter/Sensor	Value
Weighting	1	A	Response	1	SLOW
Exchange Rate	1	3 dB	Lmax	1	93.5 dB
Lmin	1	24 dB	Leq	1	62.1 dB

Grafica de datos



Historial de calibración

Date	Action	Level	Serial Number	Certification Date
27/12/2010 04:18:18 p.m	Calibration	114.0		

Figura 12.3c Niveles de sonido reportados por las detonaciones 4 y 5, en el Portal Este

Promedio Diurno	Promedio Nocturno
60.7	48.0

La ubicación del aparato fue la misma que se muestra en la detonación # 2.

Monitoreo de voladuras Portal "E" 23/05/2011

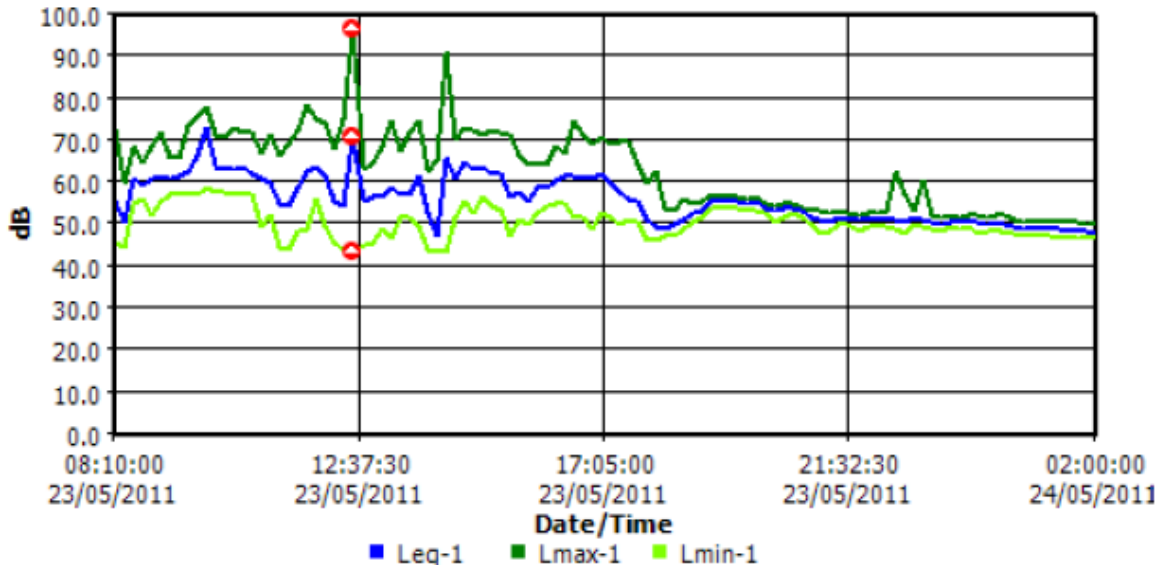
Panel de Información

Name	Detonaciones Portal "E"
Location	Aproximadamente a 45 mts del sitio de disparo
User Name	Departamento de Medio Ambiente
Stop Time	Martes, 24 de Mayo de 2011 02:00:00
Start Time	Lunes, 23 de Mayo de 2011 08:00:00
Comments	Hubieron dos voladuras; la primera a las 12:30 PM y la segunda a las 14:10 PM

Panel general de datos

Description	Meter/Sensor	Value	Description	Meter/Sensor	Value
Weighting	1	A	Response	1	SLOW
Exchange Rate	1	3 dB	Lmax	1	96.7 dB
Lmin	1	43.5 dB	Leq	1	59.9 dB

Grafica de datos



Historial de calibración

Date	Action	Level	Serial Number	Certification Date
27/12/2010 04:18:18 p.m	Calibration	114.0		

Debido a que recién en mayo del 2011 se ha iniciado la excavación de los portales, aprobados en el estudio de EIA en marzo del 2011, se midieron las vibraciones durante la realización de las detonaciones en las comunidades de Los Planes, La Cuchilla y Los Ángeles (caserío ubicado entre Sabana Redonda y El Fucío). Las características de las voladuras realizadas se muestran en el Cuadro 12.2. Aún más, la excavación de las rampas y bahía de acceso a la veta serán varios metros dentro de la mina y por consiguiente las vibraciones de percibirse, serán aún menores.

El equipo utilizado registra los valores en voltaje y a partir de estos se calcula el equivalente en g, los cuales se muestran en el Cuadro 12.3. En el Anexo 17 se adjunta el informe elaborado por la empresa Geo Ciencia Aplicada.

Cuadro 12.2 Características de las detonaciones registradas

Fecha	Hora	Portal	Numero de barrenos cargados	Largo de barrenos (m)	Diámetro (mm)	ANFO usado (K)g	Emulsión usado	Retardo (m/s)	Cantidad máxima de barrenos con el mismo retardo
07-05-2011	15:30	Este	16	1.3	38	0	26 de 1" x 8"	25	4
10-05-2011	16:30	Este	39	3.9	51	0	156 de 1.5" x 16"	25	2
19-05-2011	9:30	Este	28	1.3	45	0	78 de 1.5" x 16"	25	2
23-05-2011	12:00	Este	34	3.9	45	0	110 de 1.5" x 16"	25	3
23-05-2011	14:00	Este	7	3.9	45	0	21 de 1.5" x 16"	25	4
24-05-2011	17:30	Oeste	28	2.0	38	0	140 de 1" x 8"	25	1

Fuente: Minera San Rafael, mayo 2011.

A partir de la información recopilada de vibraciones entorno al Proyecto, Geo Ciencia Aplicada concluye que:

1. Los valores de vibraciones inducidas por detonaciones, registrados hasta el momento, no muestran ningún nivel alarmante ni amenazante para construcción alguna. Esto es, comparándolo con la línea base de las aceleraciones recopiladas en el estudio de vibraciones ambientales recopilado anteriormente. De hecho, los valores de aceleración obtenidos hasta ahora son de dos órdenes de magnitud menores que los valores levantados en la línea base.

Cuadro 12.3 Monitoreo de vibraciones

Fecha	Sitio (Aldea)	Distancia (m)	Volumen explosivos (kg) *	Aceleraciones registradas (g)						Velocidad (in/s)			
				L	f (Hz)	T	f (Hz)	Z	f (Hz)	Horizontal máximo**	f (Hz)	Vertical	f (Hz)
07/05/2011	La Cuchilla	360.06	0.9	0.00071	12.65	0.00081	9.22	0.00095	15.18	0.00062	10.93715	0.00039	15.18
10/05/2011	La Cuchilla	360.09	3.2	0.00057	14.14	0.00043	2.56	0.00052	4.07	0.00053	8.36303	0.00080	4.07
23/05/2011	Los Planes	1403.20	3.9	0.00013	4.17	0.00010	3.57	0.00027	3.57	0.00027	3.86905	0.00018	3.57
23/05/2011	Los Ángeles	2220.38	4.8	0.00373	10.52	0.00094	4.55	0.00320	10.02	0.00320	7.53270	0.00213	10.02

* El volumen de explosivos reportado corresponde a la cantidad detonada simultáneamente.

** El registro de velocidad: Horizontal máximo se estima a partir de la suma vectorial de los valores horizontales máximos de aceleración.

Fuente: Geo Ciencia Aplicada, junio 2011

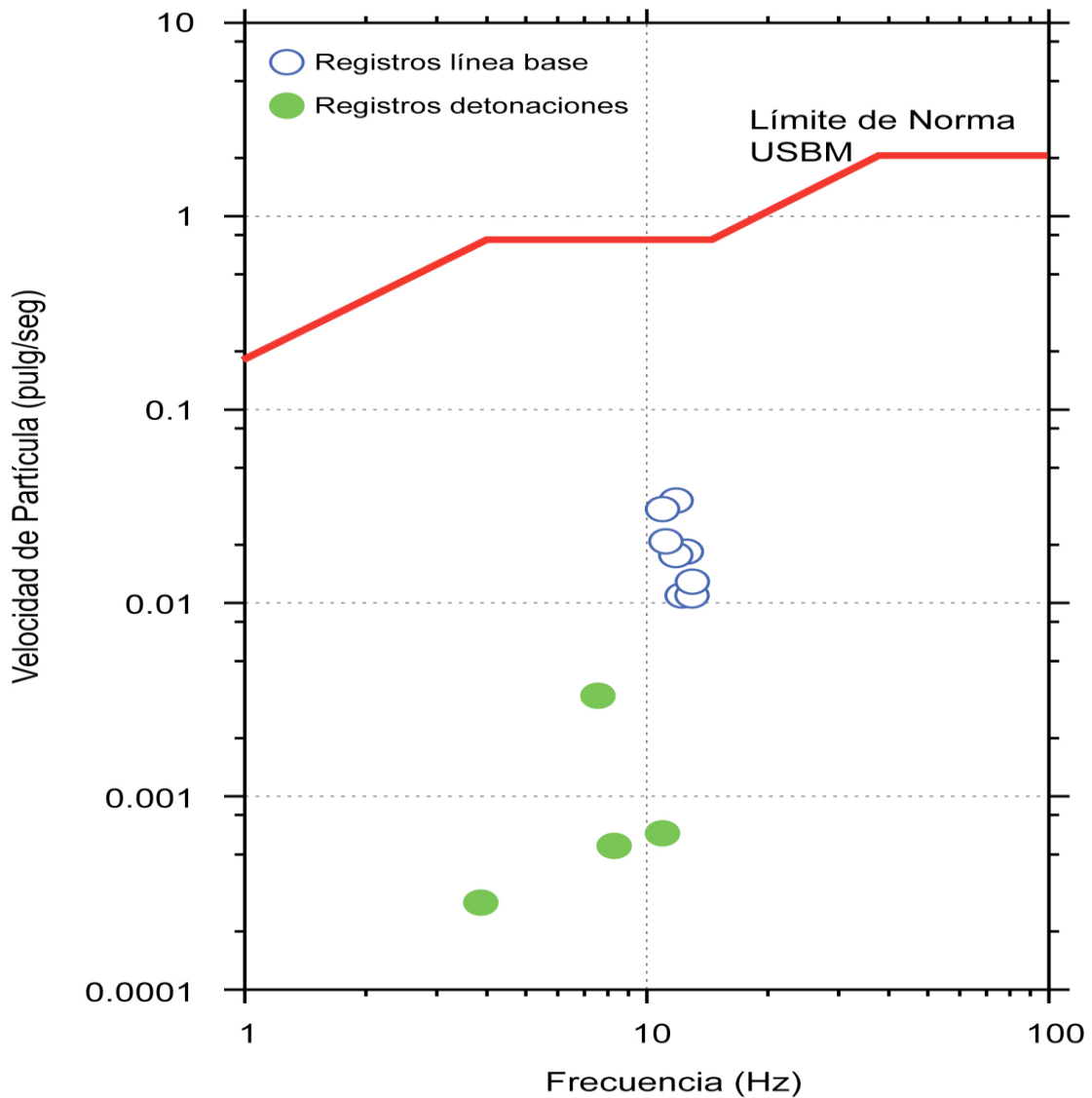
Esto se confirma con la Figura 12.6, en donde se grafica los valores de vibraciones medidos en la línea base, con los cuatro registros de detonaciones que ahora se obtuvieron. En otras palabras, las aceleraciones registradas hasta ahora son prácticamente insensibles para cualquier percepción que no sea instrumental.

2. El objetivo del proceso de monitoreo, es levantar datos suficientes para conocer la respuesta de vibraciones en ocho sitios alrededor del Proyecto. Ahora, solamente se han levantado registros en tres sitios, y en ellos apenas una muestra reducida de datos. Por lo que la estadística acá presentada no debe asumirse como definitiva de los niveles de vibraciones inducidas por detonaciones del Proyecto. Se recomienda, por lo tanto, llevar a cabo más registros de vibraciones, esto es, en todos los sitios de monitoreo previstos originalmente.

Se continuará realizando monitoreo de niveles de sonido en las comunidades más cercanas, para comprobar que los valores se mantienen por debajo de la norma de la OMS y se dará mantenimiento a la maquinaria y equipo para controlar el ruido. En relación a las vibraciones, se llevará un registro de cada voladura, y además se continuará el monitoreo en los mismos sitios de línea base, que permitirá detectar cambios fuera de los rangos aceptados por la norma del US BM.

Por lo que el impacto causado por el ruido y vibraciones se considera como de Importancia Moderada (-43) con carácter negativo (-), de intensidad elevada (8), probabilidad de ocurrencia cierto (8), con una extensión local (4), de duración a mediano plazo (4), desarrollo inmediato (1) y reversibilidad temporal (2).

Figura 12.6 Valores extremos de velocidad de partícula (pulgadas/segundo)



NOTA: Estimados a partir de: a) los valores pico registrados (suma vectorial de valores extremos) y adicionando a estos una desviación estándar de la muestra, para la línea base levantada previo al desarrollo del proyecto (círculos azules); y b) Los valores pico de los cuatro registros levantados hasta Mayo de 2011 (círculos verdes, Cuadro 12.3). Estos valores se presentan con el valor límite de la norma USBM, como referencia; mostrando así el bajo nivel de dichos valores registrados de vibraciones

12.2.2.3 Agua Superficial

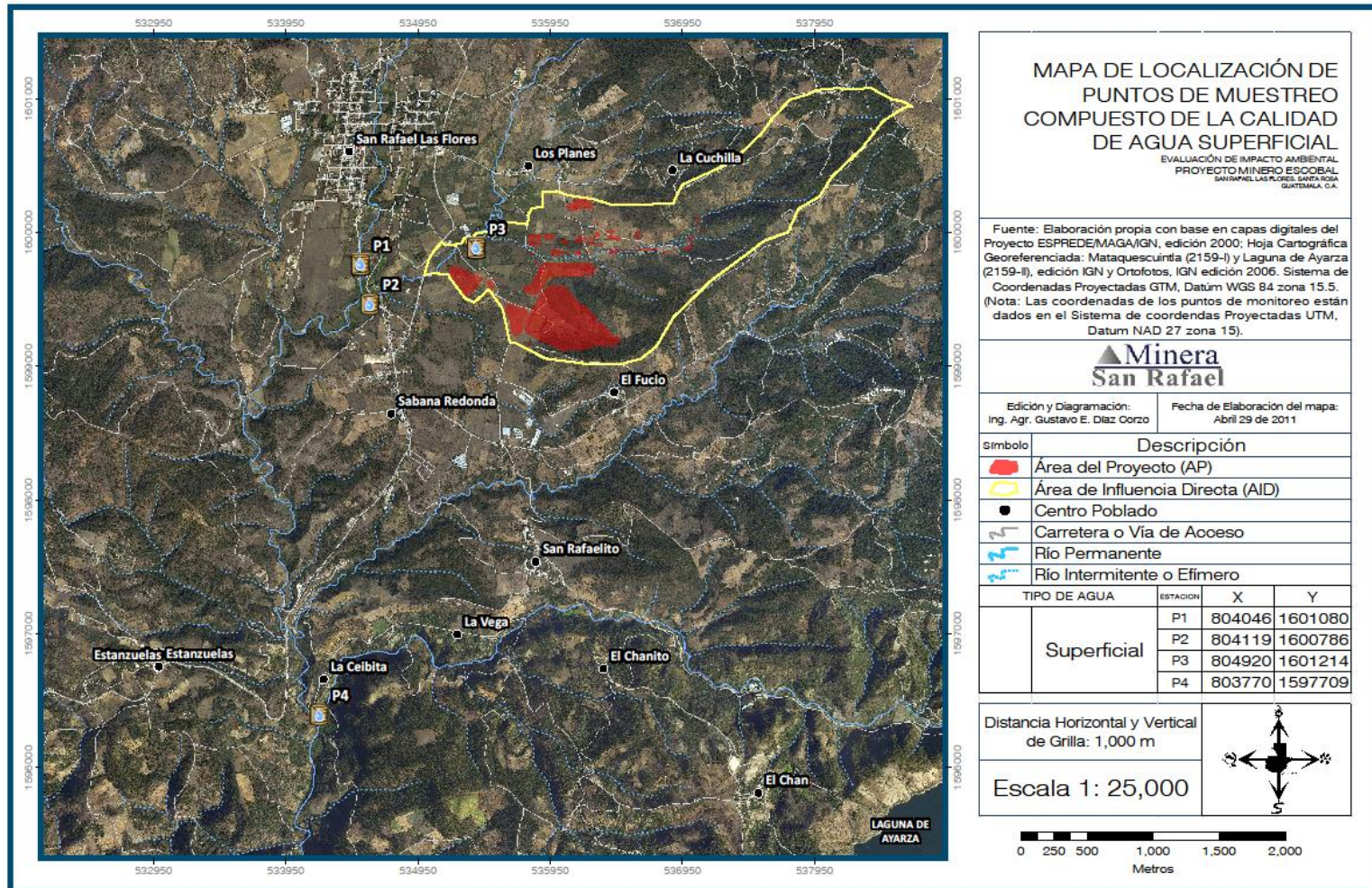
En la etapa de extracción y procesamiento del mineral, el agua superficial podría ser afectada en su calidad por la escorrentía que estará en contacto con las áreas intervenidas, principalmente el sitio de depósito de colas, si no hubiese un manejo adecuado. También la calidad del agua superficial podría ser afectada si no hubiese un tratamiento adecuado de las aguas residuales del proceso y domésticas, y las de desagüe. Los derrames accidentales de residuos de hidrocarburos podrían también afectar la calidad del agua superficial. No se extraerá agua de ningún río. El abastecimiento de agua provendrá de 2 pozos y del desagüe, lo cual será tratado en el inciso siguiente. Además, parte de la escorrentía será captada en piletas de aguas de contacto para ser usada en el proceso.

Para la determinación de la calidad del agua en el área de influencia del proyecto se han tomado muestras rutinariamente en 7 puntos superficiales y en 1 subterráneo (Ver Figura 12.7). Estos muestreos se han venido realizando trimestralmente desde junio del 2008 hasta la fecha. También se han realizado aforos.

➤ Impacto por la descarga de agua tratada al río El Dorado:

Como se indicó, durante la época seca se descargará hacia el río El Dorado, por la operación del proyecto, 81 gpm (5 litros/segundo), el cual será un aporte nuevo al mismo. Como se describirá con mayor detalle más adelante, el efluente que saldrá de la pileta de cumplimiento ambiental, y que se descargará al río El Dorado, cumplirá con el reglamento 236-2006 y las normas del Banco Mundial para operaciones mineras (IFC, 2007).

Figura 12.7 Mapa de Ubicación de los Puntos de Aforo en los Ríos del AP



Para determinar el incremento de este caudal (0.005 m³/segundo) al existente en la época seca en el río El Dorado, se realizó una campaña de aforos entre el 30 y el 31 de marzo del 2011, cuyos resultados se muestra en el Cuadro 12.4 y su ubicación en la figura 12.7. El nuevo aporte aumentará en alrededor del 25% el caudal del río El Dorado, en la época seca, lo cual será positivo para los usuarios actuales del agua. En la época de lluvias, el aporte adicional será similar al actual.

Cuadro 12.4 Caudales de los aforos realizados en los ríos cercanos al proyecto

Sitios de muestreo	Caudales (m ³ /s)
Río San Rafael antes de la confluencia del río El Dorado	0.030
Río El Dorado antes de la confluencia del río San Rafael	0.018
Río El Dorado antes de la confluencia de la quebrada El Escobal	0.005
Río Los Vados, luego de la confluencia del río San Rafael	0.110

Fuente: Laboratorio Soluciones Analíticas, abril del 2011. (Anexo 18)

➤ *Impacto en la calidad del agua del río Dorado por la descarga de aguas residuales:*

En las Figuras 12.8 y 12.9, se muestra los balances de agua durante la época seca y la época de lluvias, respectivamente. Las aguas residuales generadas provienen del proceso y domésticas. Además, habrá aguas del desagüe de la mina, que podrían traer sólidos y metales.

-Aguas del Proceso:

Como se muestra en las Figuras 12.8 y 12.9, se generarán 380 gpm de agua del proceso, las cuales serán transportadas desde su punto de generación hasta la pileta de agua de proceso de 6,500 m³. Esta agua se mantendrá en constante circulación desde la pileta de agua de proceso, por lo que previamente pasarán por un sistema de tratamiento para remoción de metales, cuya descripción se hizo en el inciso 5.7.2.6 del capítulo 5 anterior, y se hará de nuevo en el capítulo 13, del Plan de Gestión Ambiental.

En caso sea necesario descargar el agua del proceso, esta recibirá un tratamiento adicional para garantizar la calidad de la misma, descargándose hacia la pileta de cumplimiento ambiental y si cumple con las normas de descargas entonces serán descargadas al drenaje natural del río El Dorado.

-Aguas de la Mina (desagüe):

El agua proveniente de la mina subterránea (305 gpm), así como el agua almacenada durante la época de lluvias en la pileta de agua impactada (23 gpm), recibirán también un tratamiento de remoción de metales, previo a ser almacenadas en la pileta de agua de proceso, desde donde será recirculada (ver Figuras 12.8 y 12.9). Si el agua de desagüe y de escorrentía, no requiere remoción de metales, irá directamente a la pileta de agua de proceso, como se indica en las Figuras 12.8 y 12.9. En todos los casos, el agua de desagüe pasará siempre por tanques de sedimentación, previo a ir a la planta de tratamiento (remoción de metales).

En caso sea necesario descargar el agua de la mina, esta recibirá el tratamiento adicional, el cual fue indicado anteriormente para las aguas del proceso.

-Aguas Residuales Domésticas:

Se estima que se generará 25 gpm de aguas residuales domésticas, las cuales serán tratadas antes de ser utilizadas para control del polvo (ver Figuras 12.8 y 12.9). Con la asesoría de la Compañía Ambiotec, S. A., se evaluaron tres sistemas de tratamiento, los cuales se describen en la sección del capítulo 5 anterior. Cualquiera de los sistemas de tratamiento seleccionado, cumplirá con los límites de Acuerdo Gubernativo 236-2006. Los lodos que se generen en el tratamiento serán descargados, estabilizados y una vez se compruebe que cumplen con los límites del acuerdo gubernativo 236-2006 serán descargados al suelo.

➤ *Impacto en la calidad del agua por la escorrentía:*

Dentro de los requerimientos de manejo más importantes de una mina que se ubica en un clima tropical, está el control de la escorrentía superficial, el cual incluye además del control en la distribución y el transporte del agua, también todas las obras tendientes a disminuir la erosión del suelo y en general, el transporte de sedimentos que se generan como resultado de los sitios impactados por el proyecto, como por la concentración artificial de flujos. Para el manejo de las aguas superficiales, se contrató al Ing. Julio Masis de la empresa M3 Engineering, diseñadora de la ingeniería del proyecto, del cual se extrajo el análisis y valoración de los impactos de la escorrentía que se describe a continuación, y cuyo informe se adjunta en el Anexo 6.

Figura 12.8 Balance de Agua en la época seca

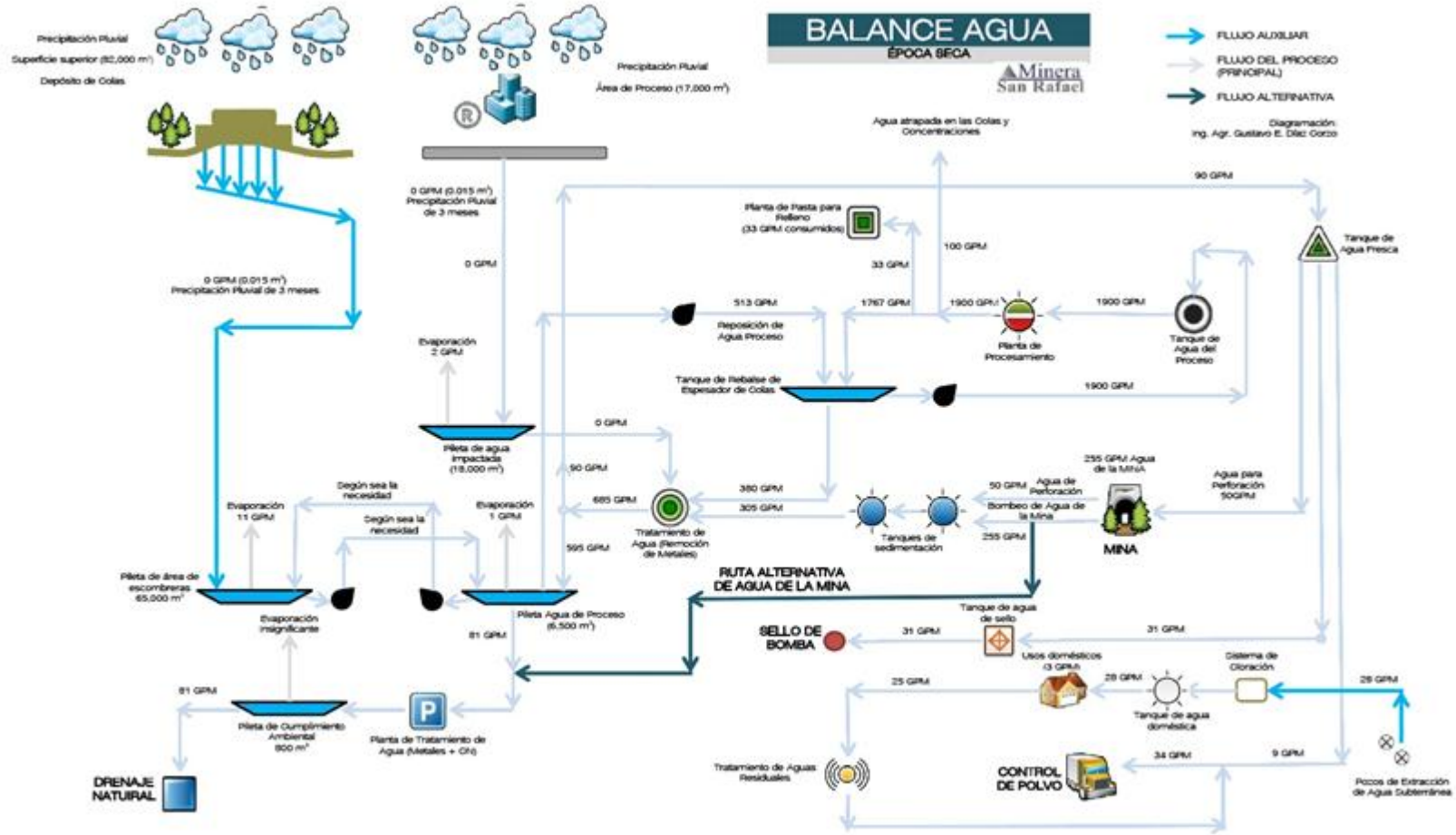
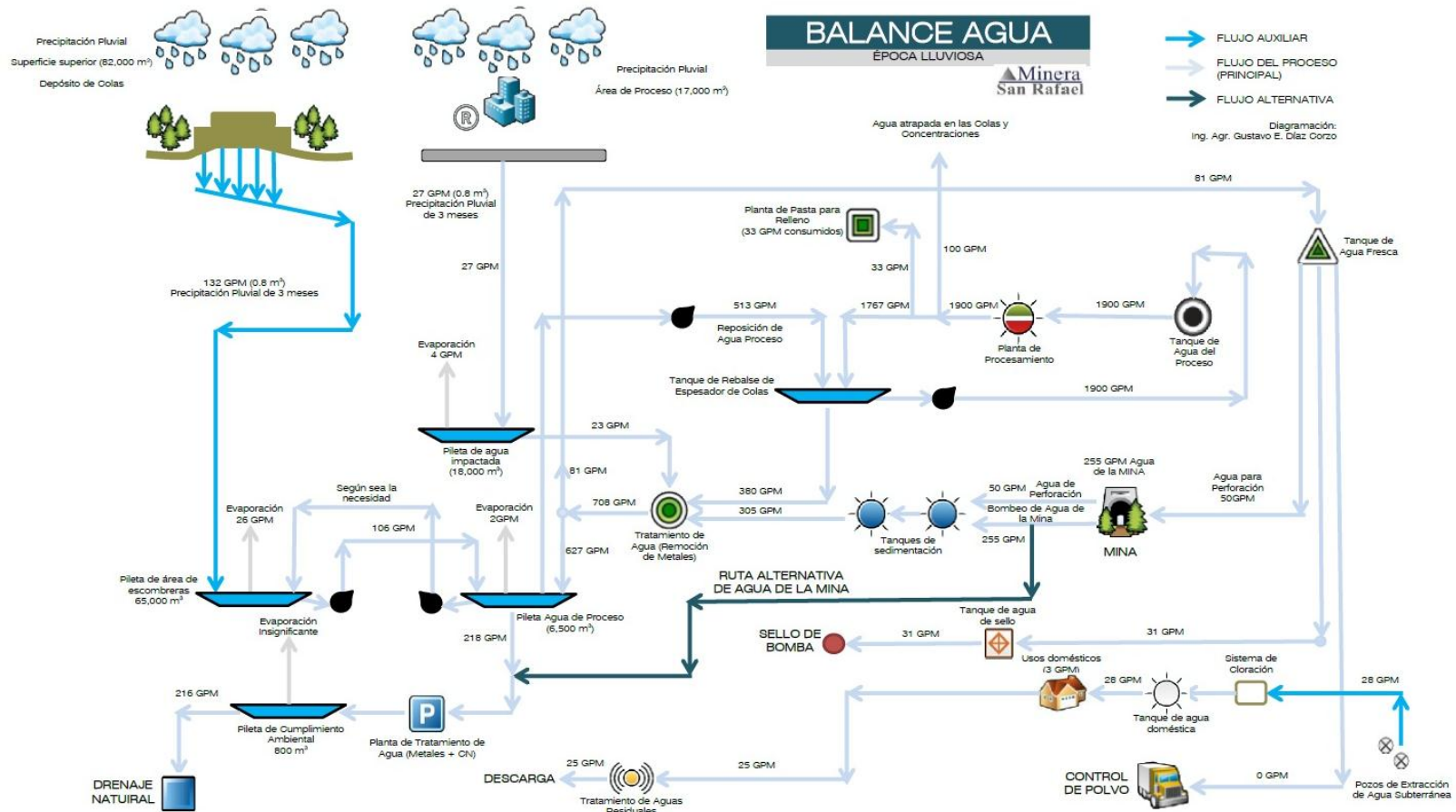


Figura 12.9 Balance de agua en la época de lluvias



Cuadro 12.5 Estimación de los tiempos de concentración de las subcuencas 1 a la 12 (ver Figura 12.10)

Subcuenca	Área	Elevación Máxima	Elevación Mínima	Diferencia Elevación	Longitud Cauce	Pendiente Media	Tflnc	Tflc	Tfc	Tiempo (tc) Concentración	T.Lag
	(m ²)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)	%	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
W-1	905590	2080	1440	640	1804	35.5	12.8	6.8	12.4	32.0	19.2
W-2	150961	1754	1442	312	843	37.0	12.8	10.9	1.0	24.7	14.8
W-3	144785	1604	1406	198	331	59.8	12.8	5.0	1.0	18.8	11.3
W-4	44377	1578	1408	170	299	56.9	12.7	4.4	1.0	18.1	10.9
W-5	62462	1578	1386	192	390	49.2	12.7	6.5	1.0	20.2	12.1
W-6	77963	1578	1356	222	570	38.9	12.7	10.3	1.0	24.0	14.4
W-7	339640	1572	1342	230	1150	20.0	12.7	10.9	4.5	28.1	16.8
W-8	448910	1560	1342	218	1911	11.4	12.6	10.6	4.5	27.7	16.6
W-9*	243870	1385	1332	53	550	9.6	25.6	9.1	0.0	34.7	20.8
W-10	64719	1404	1338	66	850	7.8	25.6	15.2	0.0	40.8	24.5
W-11	53529	1338	1332	6	200	3.0	25.6	2.0	0.0	27.6	16.6
W-12	51775	1342	1328	14	200	7.0	25.6	2.0	0.0	27.6	16.6

Fuente: Julio Masis, M3 Engineering, mayo 2010.

El área de estudio se dividió en 12 “subcuencas”, como se identifican en la Figura 12.10. La subcuenca 9 que abarca el extremo noroeste se consideró dividirla en dos partes, al sur de 140,000 m², que abarcará la planta de proceso y que generará aguas impactadas, y al norte de 100,500 m², que servirá para almacenar el suelo orgánico y que drenará aguas no impactadas hacia el drenaje natural existente en el borde norte. Para estimar el tiempo de concentración (Tc) de cada una de las subcuencas, se tomó en cuenta los tres modos de viaje que ocurren desde la parte más lejana de la cuenca, es decir, el primero, como flujo laminar no concentrado (FLNC) que ocurre en los primeros cien metros desde la divisoria de aguas; el segundo, cuando el flujo se convierte en flujo laminar concentrado (FLC) hasta llegar a un colector o cauce principal; y el tercero, en el cauce principal el flujo, que tiene el carácter de flujo concentrado (FC), hasta el punto de interés. El Cuadro 12.8 resume la estimación de los tiempos de concentración para cada una de las subcuencas.

Utilizando el software HEC-HMS del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, la modelación de la precipitación se realiza utilizando una tormenta SCS tipo III (tormenta con una distribución no tan conspicua como la tipo II para eventos más extendidos en el tiempo), mientras que para el modelado de pérdidas se considera un número de curva en función del tipo de suelo, cobertura y las condiciones antecedentes de humedad en el suelo.

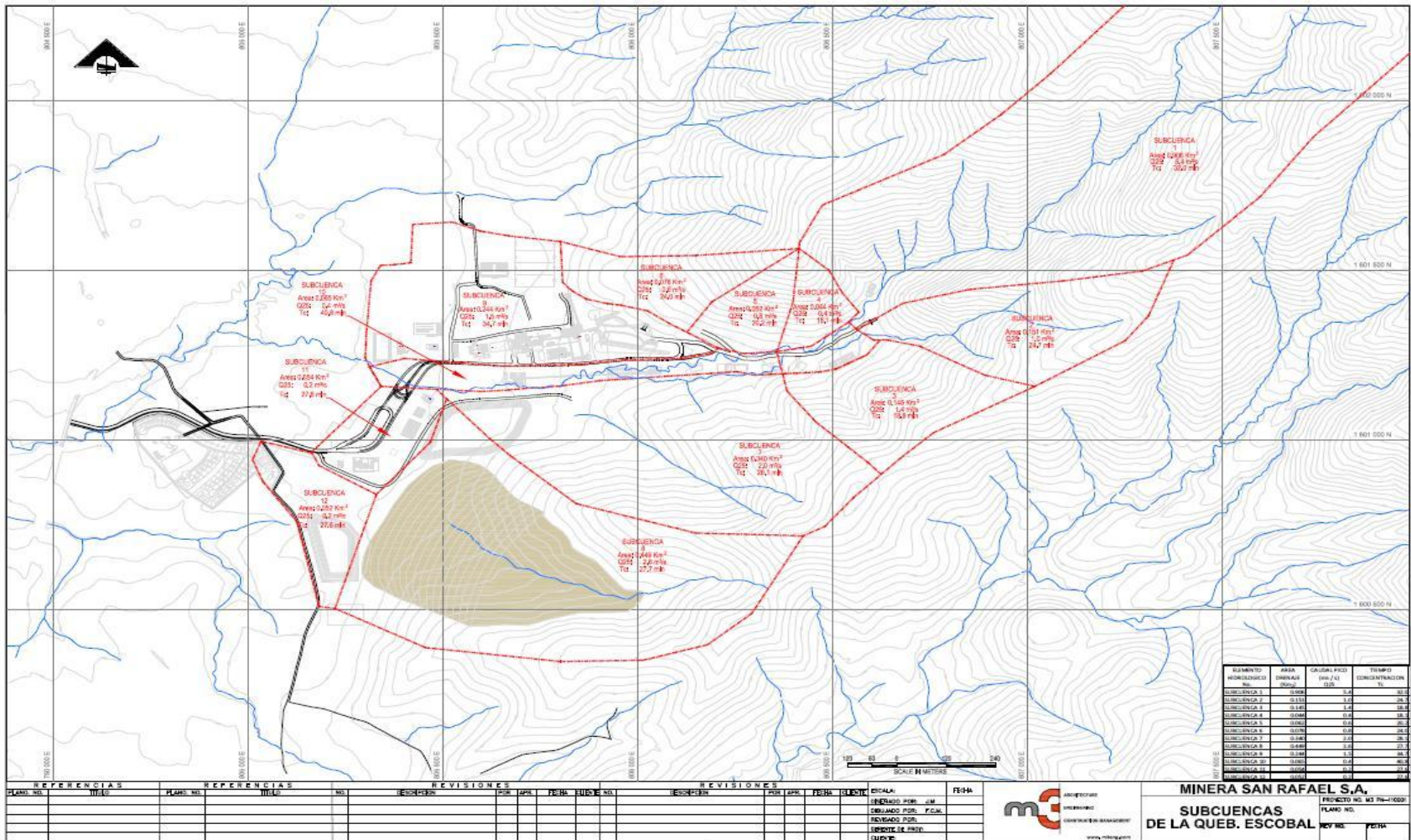
El Cuadro 12.6 resume para cada una de las subcuencas, el coeficiente de escorrentía asignado, así como las intensidades de lluvia para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20 y 25 años, provenientes de la estación La Ceibita.

Cuadro 12.6 Estimación de la intensidad de lluvia (curvas IDF de la Ceibita) y coeficiente de escorrentía las subcuencas según cobertura vegetal

Subcuenca	Tc Ponderado	Int. 2 años	Int. 5 años	Int. 10 años	Int. 20 años	Int. 25 años	Coeficiente escorrentía
	(min)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	ND
W-1	32.0	68.6	81.2	83.1	90.2	93.8	0.4
W-2	24.7	78.5	92.0	93.7	100.9	104.4	0.4
W-3	18.8	88.4	102.8	104.3	111.3	114.8	0.45
W-4	18.1	89.8	104.3	105.7	112.7	116.2	0.5
W-5	20.2	85.9	100.0	101.6	108.6	112.2	0.5
W-6	24.0	79.6	93.2	94.9	102.0	105.6	0.5
W-7	28.1	73.7	86.8	88.6	95.7	99.3	0.45
W-8	27.7	74.1	87.3	89.0	96.2	99.8	0.45
W-9	34.7	65.6	77.9	79.8	86.9	90.4	0.4
W-10	40.8	59.4	71.1	73.1	80.0	83.4	0.4
W-11	27.6	74.3	87.4	89.2	96.4	100.0	0.4
W-12	27.6	74.3	87.4	89.2	96.4	100.0	0.4

Fuente: Julio Masis, M3 Engineering, mayo 2010.

Figura 12.10 Delimitación de las subcuencas del área de influencia del proyecto



Con el fin de valorar mejor el efecto de las condiciones antecedentes de humedad en los valores de caudal pico de los periodos de retorno de 10 y 20 años, calculados con el método de pérdidas del U.S. Soil Conservation Service (SCS) y el método de la fórmula racional usando las curvas IDF de la estación La Ceibita, en el Cuadro 12.7 se presentan los resultados, de los cuales se puede concluir lo siguiente:

- ✓ Los valores de caudales obtenidos para las condiciones AMC-II y AMC-III resultan ser muy altos para los periodos de retorno 10 y 20 años;
- ✓ Por el contrario, los caudales estimados para la condición AMC-I guardan proporcionalidad con las dimensiones observadas del cauce, y esos valores parecen más acordes con la realidad de clima seco que caracteriza la zona; y,
- ✓ Los caudales obtenidos usando la fórmula racional y utilizando las curvas IDF de la estación La Ceibita resultan igualmente altos y son comparables o mayores a los obtenidos por el método SCS en condiciones de humedad AMC-II.

En consecuencia con estos hallazgos, se utilizarán los resultados de la condición AMC-I para un periodo de retorno de 20 años, para el diseño de las estructuras de captación y conducción de la escorrentía, las cuales se describen en detalle en el capítulo 13 siguiente, Plan de Gestión Ambiental.

Como medida de prevención a los impactos de la escorrentía se ha elaborado el Programa del Sistema de Manejo de Aguas Superficiales que forma parte del PGA, que incluye la construcción de piletas de captación para recibir la escorrentía y donde se determinará la calidad del agua, previo hacer conducidas a la pileta de cumplimiento ambiental y de allí, descargadas al río El Dorado; las lagunas contarán con una capa impermeable en la base, la cual se describe en el capítulo 13, Plan de Gestión Ambiental; además habrá un monitoreo constante de la calidad del agua en las piletas de sedimentación y de cumplimiento ambiental.

Por lo que el impacto se ha calificado como de Importancia Moderada (-43) de carácter negativo (-), con una intensidad alta (4), de ocurrencia cierta (8), extensión regional (8), con una duración de mediano plazo (4), desarrollo inmediato (1) y reversibilidad temporal (2).

Cuadro 12.7 Comparación de caudales pico por subcuenca, para Tr de 10 y 20 años, obtenidos por el método SCS, para diferentes condiciones de humedad vr la fórmula racional con las curvas IDF de la Estación La Ceibita

Elemento	Área de Drenaje (Km ²)	Periodo de Retorno							
		10 años				20 años			
Hidrológico #	Drenaje (Km ²)	AMC I	AMC II	AMC III	IDF-Ceibita	AMC I	AMC II	AMC III	IDF-Ceibita
		Caudales Pico (m ³ /s)				Caudales Pico (m ³ /s)			
Subcuenca 1	0.906	3.2	6.3	10.1	8.4	5.4	9.9	14.8	9.1
Subcuenca 2	0.151	0.6	1.2	1.9	1.6	1.0	1.8	2.7	1.7
Confluencia 1	1.057	3.8	7.4	12	9.9	6.4	11.7	17.5	10.8
Subcuenca 4	0.044	0.3	0.5	0.7	0.7	0.4	0.7	1.0	0.7
Confluencia 2	1.101	4.1	7.9	12.6	10.6	6.8	12.4	18.4	11.5
Subcuenca 5	0.062	0.4	0.6	0.9	0.9	0.6	1.0	1.3	0.9
Confluencia 3	1.163	4.5	8.6	13.5	11.5	7.4	13.3	19.7	12.4
Subcuenca 3	0.145	0.9	1.5	2.2	1.9	1.4	2.3	3.1	2.0
Confluencia 4	1.308	5.3	10.1	15.7	15.2	8.8	15.6	22.7	16.5
Subcuenca 7	0.340	1.2	2.4	3.9	3.8	2.0	3.8	5.7	4.1
Subcuenca 10	0.065	0.2	0.4	0.7	0.5	0.4	0.7	1.0	0.6
Confluencia 5	1.713	6.7	12.8	20.2	19.5	11.1	19.9	29.3	21.1
Subcuenca 11	0.054	0.1	0.3	0.5	0.5	0.2	0.5	0.8	0.6
Confluencia 6	1.767	6.9	13.1	20.7	20.0	11.3	20.4	30.1	21.7
Subcuenca 6	0.078	0.5	0.8	1.1	1.1	0.8	1.3	1.6	1.2
Subcuenca 8	0.449	1.6	3.2	5.2	5.0	2.6	5.0	7.5	5.4
Subcuenca 9*	0.244	0.8	1.5	2.6	2.0	1.5	2.6	3.8	2.2
Subcuenca 12	0.052	0.1	0.3	0.5	0.5	0.2	0.5	0.8	0.6

12.2.2.3 Agua Subterránea

En el proceso de extracción y procesamiento de mineral, se requerirá de bombear 28 gpm del acuífero profundo a través de 2 pozos mecánicos, para ser utilizada en el abastecimiento humano, como se muestra en las Figuras 12.8 y 12.9, anteriores. Adicionalmente, se estima que será necesario bombear alrededor de 255 gpm desde los túneles (agua de desagüe), cuando estos intercepten el acuífero profundo, a manera que permita realizar los trabajos de excavación de los mismos. El agua de desagüe por estar en contacto con la veta será tratada para remover los metales, previo a su uso en la planta de proceso del mineral o antes de descargarla en el río El Dorado, en ambos casos, luego de pasar por la pileta de cumplimiento ambiental. Además, la infiltración en el depósito de colas puede afectar el agua subterránea.

Por lo tanto, el potencial impacto de la extracción de alrededor de 283 gpm del acuífero profundo (28 más 255 gpm), podría ser en los pozos mecánicos existentes en el área de influencia (“Piscinas” y “Finca Morales”) y en los pozos artesanales. Sin embargo, como se indicará más adelante la extracción de este caudal de agua subterránea no afectará el rendimiento de los pozos mecánicos de la zona y el acuífero profundo, donde se extraerá el agua, no tiene conexión con el acuífero somero, por lo que no afectará a los pozos artesanales, respectivamente. También, los derrames accidentales de residuos de hidrocarburos al suelo, podrían afectar la calidad del agua subterránea del acuífero somero, de llegarse a infiltrar.

La descarga de 81 gpm en la época seca y 216 gpm en la época de lluvias, de agua tratada de la planta de remoción de metales, cianuro y de la pileta de pulimiento, al río El Dorado, ya fue analizada en el inciso de agua superficial, anterior. Además, podría haber un impacto potencial en la calidad del agua subterránea, si las aguas residuales domésticas, no fuesen tratadas y se descargarán a pozos de absorción, sin embargo, como se indicó serán tratadas y el efluente será utilizado para control de polvo.

La calidad del agua de los pozos del área de influencia del proyecto han venido midiéndose desde el 2008, por lo que se cuenta con una línea base que permitirá detectar cambios fuera de los rangos presentados por efecto de las actividades del proyecto. Basado en los resultados del muestreo de agua subterránea, el acuífero aluvial tiene muy buena calidad con respecto a los parámetros muestreados. El contenido de metales disueltos es muy bajo y todos los otros parámetros, con la

excepción del pH muestreado en el campo, se encuentran dentro de los límites establecidos por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR).

La química del agua subterránea proveniente del acuífero profundo se caracteriza por tener sulfato elevado y sólidos totales disueltos elevados. También tiene un contenido elevado de algunos metales disueltos. Esta química es típica de un agua subterránea almacenada desde hace muchos años y que no se conecta con el agua superficial, ni tampoco con los sistemas de acuíferos poco profundos (Freeze y Cherry, 1979). En el caso del pozo MW-10, ubicado en la zona andesita fracturada y en la zona mineralizada, tiene una química distinta de los otros pozos monitoreados; presenta concentraciones de sulfato más bajas, pero el plomo registra concentraciones un poco más altas de los estándares de Guatemala. Es importante indicar que la concentración de plomo elevada es una condición de base, y es probable que sea el resultado de la interacción del agua subterránea con la roca mineralizada bajo condiciones naturales y que no han sido impactadas por la actividad minera, ya que esta no ha empezado a llevarse a cabo.

En el área del proyecto la fuente de contaminación de los acuíferos someros son residuos de agroquímicos, y aguas residuales domésticas y agropecuarias.

En síntesis, las actividades del proyecto tienen el potencial para manifestar impactos en las aguas subterráneas debido al desagüe de la mina, extracción de agua subterránea e infiltración en el depósito de colas. Por lo que, para cuantificar el potencial y magnitud de estos impactos, la empresa Global Resources Engineering Ltd. (GRE), ha llevado a cabo una extensa investigación de agua subterránea entre noviembre del 2010 y marzo del 2011, y cuyo informe se adjunta en el Anexo 9, el cual incluyó:

- La instalación y desarrollo de 11 pozos de monitoreo;
- La instalación y desarrollo del pozo PSA-1, que abastecería al Proyecto;
- Perforación y pruebas de packer, ensayando 4 pozos de núcleo (58 pruebas con 19 intervalos diferentes a través de 1,407 metros de núcleo total);
- 11 pruebas al acuífero desde un solo pozo (pruebas de un chorro de agua, en inglés slug tests);
- 3 pruebas de pozos múltiples al acuífero (pruebas con bombeo y pozos de observación);
- 1 evaluación hidrodinámica de un pozo bombeado; y,

- 2 grupos de muestras de agua subterránea (pruebas de todos los pozos disponibles).

Los pozos de monitoreo se seleccionaron según los mejores y más recientes datos disponibles en el plan de la mina propuesto, y en la Figura 12.11 se muestra la ubicación de los mismos. El objetivo principal del sistema de monitoreo es el de detectar cualquier potencial impacto al sistema hidrogeológico por las operaciones mineras. Los pozos se dividen en cuatro principales categorías:

- Pozos de monitoreo en el perímetro (pozos MW-02 a MW-09);
- Pozos de monitoreo en la zona mineralizada (MW-10 y MW-01);
- Pozos de observación (PZ11-01, ME11-262, ME11-263 y ME11-265); y,
- Pozos de producción (PSA-1, MW-11).

Estos pozos fueron construidos en formas diferentes, dependiendo del uso del pozo. Cada pozo tuvo pruebas de chorro, pruebas de packer (para los pozos de observación), o pruebas de bombeo. Algunos pozos tuvieron una combinación de pruebas diferentes. En el pozo MW-10 se llevó a cabo una prueba de flujo dentro del pozo (se llama spinner test en inglés), que consiste en bajar un sensor pequeño de abanico dentro del pozo mientras se bombea, para registrar la dirección y velocidad del flujo.

Las pruebas en los pozos, las muestras de agua y las variaciones en los niveles freáticos, permitieron caracterizar el sistema de agua subterránea en la zona del Proyecto, delimitando los acuíferos que se muestran en la Figura 12.12 y se describen seguidamente:

- Un acuífero sobre la capa de cenizas, arriba en las montañas;
- Un acuífero poco profundo, en el aluvión y en la toba lítica en el valle; y,
- Un acuífero profundo, en andesita y capa roja en las montañas, y en la capa roja abajo del valle.

Figura 12.11 Ubicación de los pozos de monitoreo

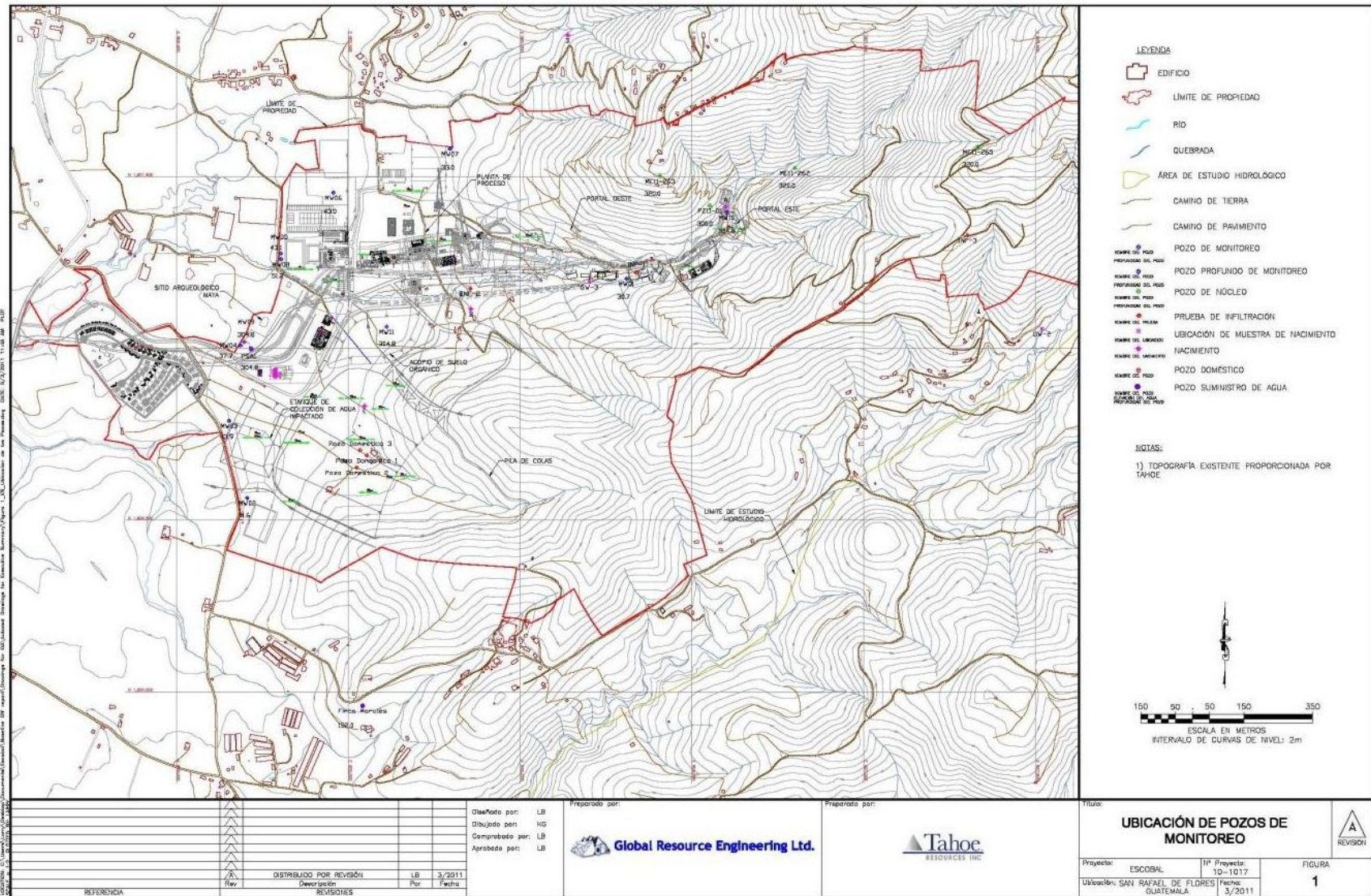
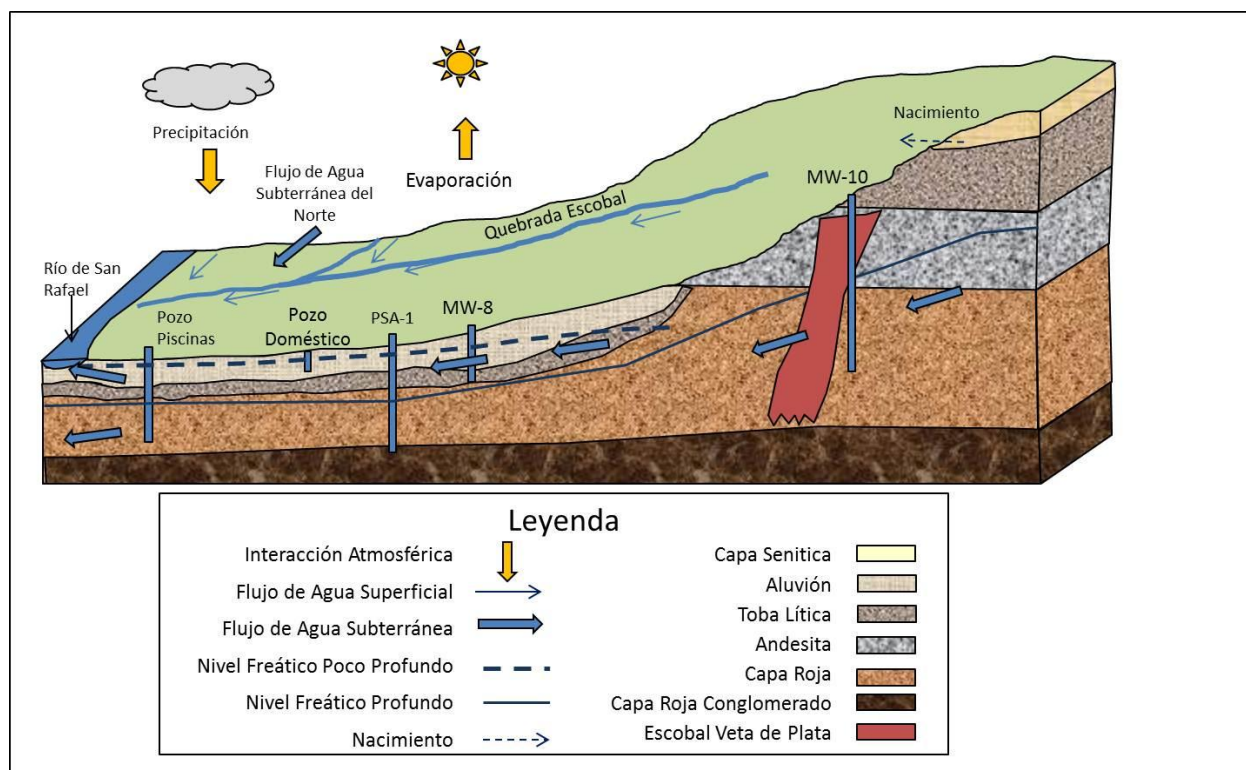


Figura 12.12 Modelo Conceptual de Agua Subterránea



Los acuíferos principales son el acuífero poco profundo en el aluvi6n que es un recurso de agua para la comunidad y el acuífero profundo que la mina quiere utilizar como fuente de agua para abastecimiento humano y que se extraerá (desagüe). En las Figuras 12.13 y 12.14 se muestran las líneas piezométricas para estos dos acuíferos.

La investigación concluye que hay una separación significativa entre estos dos acuíferos (poco profundo en aluvi6n y el profundo), ya que en el valle hay una gran cantidad de arena y arcilla debajo de acuífero poco profundo que forma una barrera impermeable.

Las pruebas de bombeo de larga duraci6n en el PSA-1, no mostraron un abatimiento del nivel freático en los pozos ubicados en el acuífero poco profundo, ni siquiera en el MW-04, ubicado a solo 30 metros de distancia. A pesar de los 68 metros de abatimiento en el pozo PSA-1, el pozo MW-04 no registra ninguna reducci6n de nivel, como se evidencia en la Figura 12.13.

Figura 12.13 Líneas piezométricas acuífero somero aluvial

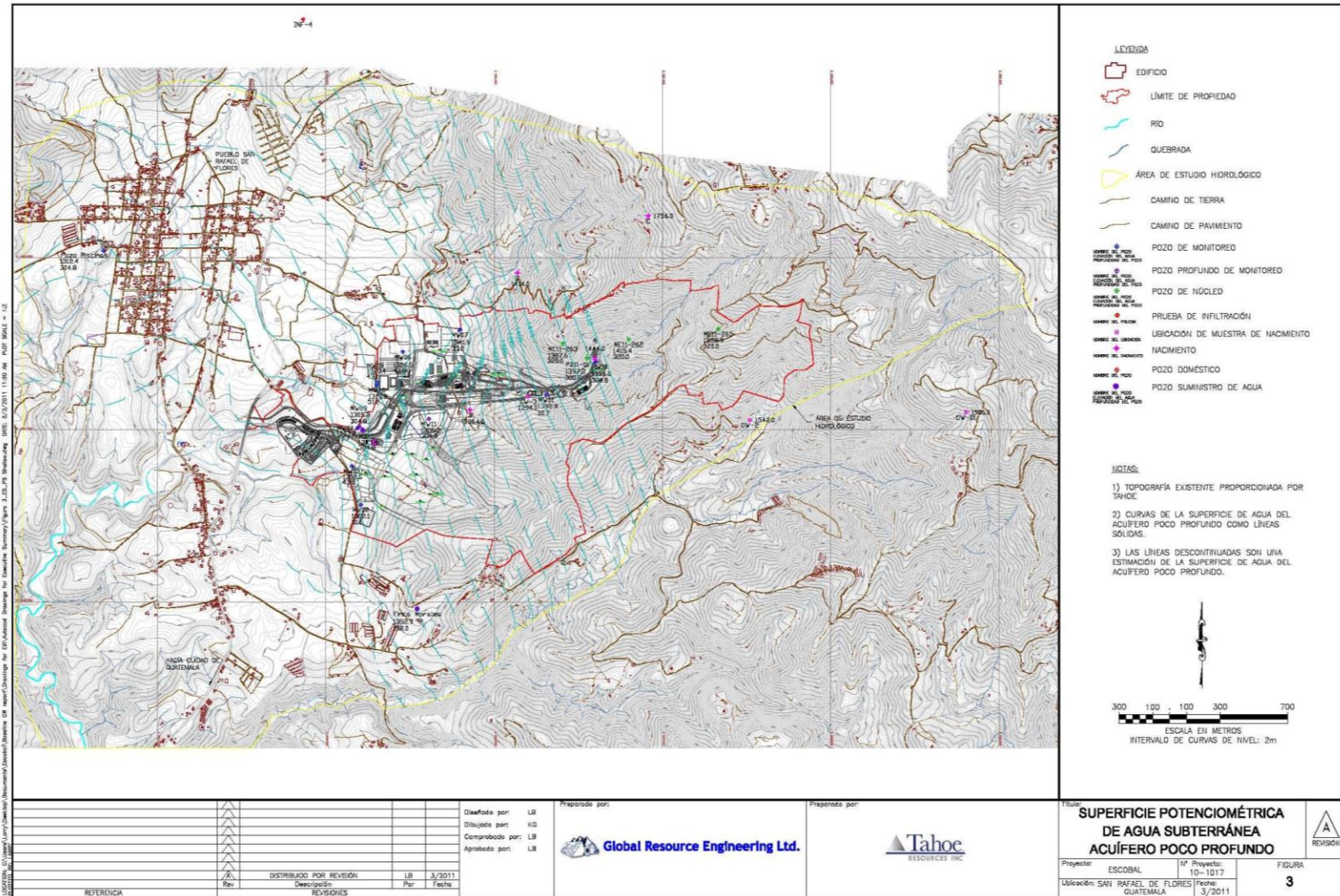
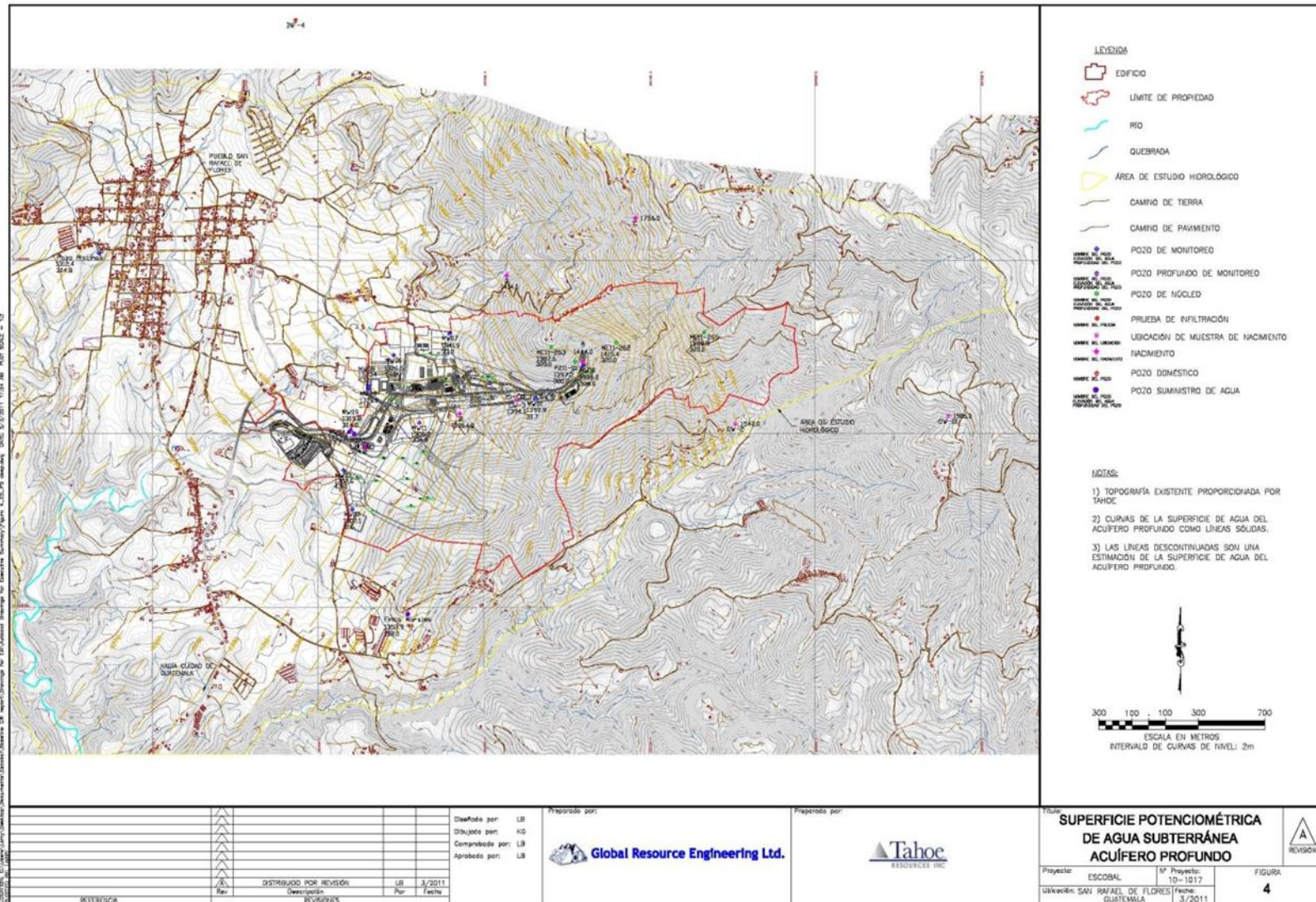
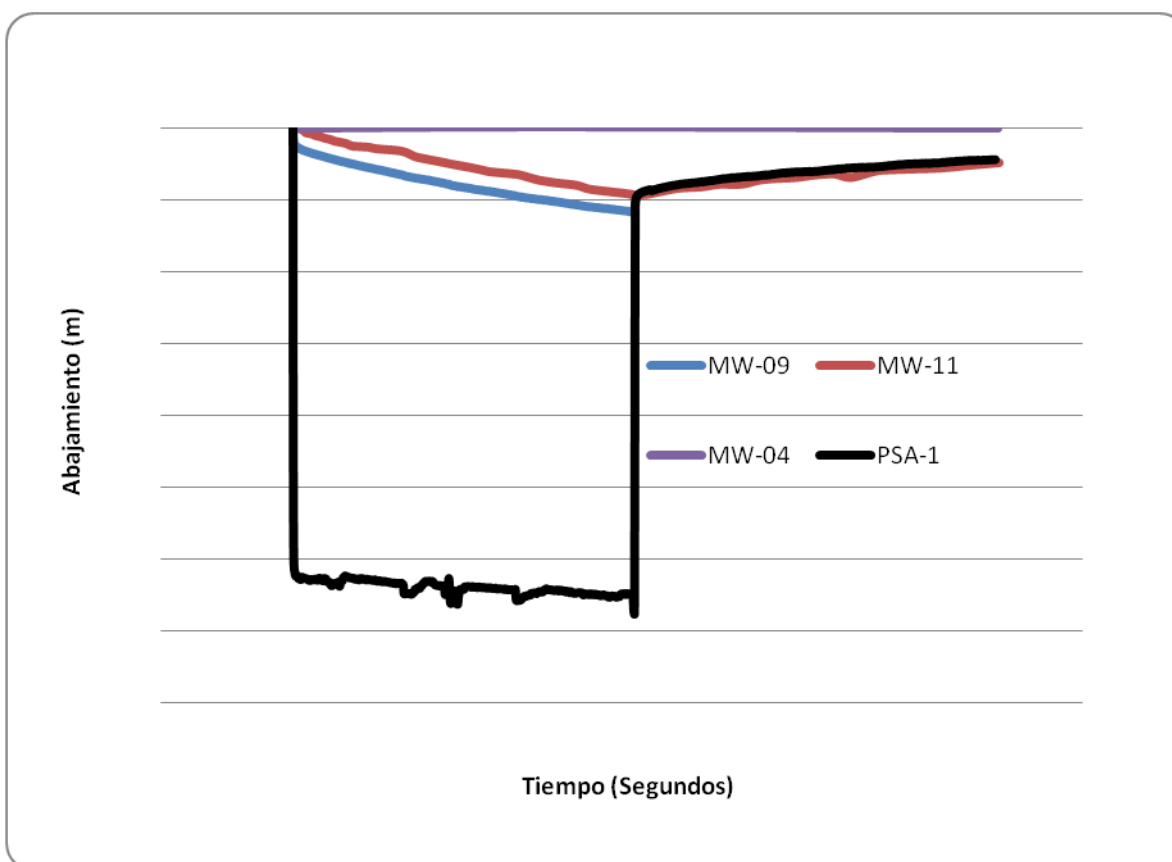


Figura 12.14 Líneas piezométricas de acuífero profundo



El pozo MW-09, ubicado 30 metros más retirado, el acuífero profundo mostró 13 metros de abatimiento y el pozo MW-11 sólo 10 metros. Se concluye que debido a esta separación entre los dos acuíferos, se puede extraer agua subterránea sin impactos significativos a las fuentes principales de agua subterránea para las comunidades cerca de la mina. La Figura 12.15, muestra los abatimientos de nivel registrados en estos pozos.

Figura 12.15 Abatimiento de la Prueba de Bombeo PSA-1



➤ *Impacto del bombeo del agua de desagüe de la mina:*

Las obras planificadas implican la excavación de túneles, rampas y bahías de acceso a la zona de mineralización, que estarán debajo del nivel de agua. El desagüe de esta agua será necesario para mantener las obras secas y la seguridad de los mineros. Por lo que a continuación se describe los métodos de caracterización usados para determinar los requisitos para el desagüe del agua de la mina y el impacto potencial a la fuente de agua subterránea a nivel local y regional que podría causar su bombeo.

La empresa GRE estimó el caudal que probablemente habrá que bombear del interior de la mina hacia afuera.

Las técnicas de modelado que se utilizaron fueron las redes de flujo, que se describen en detalle en Freeze y Cherry, 1979. Consideran que el flujo es proporcional al área de flujo, el gradiente y la conductividad hidráulica. En este caso, el área de flujo es igual a la altura de la cara de las filtraciones, estimada en 60 metros, y este supuesto se extendió a la dirección transversal. La conductividad hidráulica de la dirección transversal es menor que el sentido longitudinal, debido a los controles estructurales dentro del yacimiento y la quebrada Escobal; Se utiliza una conductividad transversal de la roca de 1×10^{-5} cm/s, valor conservador para una roca dura fracturada, ya que se reportaron órdenes de magnitud menor.

Se realizaron pruebas de bombeo en el pozo MW-10, y donde la extracción de 250 gpm, produjo 12 metros de abatimiento del nivel freático, concluyendo que la mina será muy húmeda al principio (durante el primero y segundo año), y que los caudales serán irregulares debido al aspecto de la sección transversal y a la ubicación de las rampas de desarrollo. Se ha ajustado el valor en el año -1 a la media del año -2 y 1, produciendo la curva, que se muestra en la Figura 12.16. La curva modela el caudal estimado que será bombeado desde el interior de la mina, durante la vida del proyecto (18 años), que será ligeramente superior a 15 litros/segundo (255 gpm).

Figura 12.16 Caudal que será bombeado del interior de la mina

Minera San Rafael continuará la investigación realizada para obtener mejor certeza sobre los aspectos siguientes:

- La hidroestructura en la zona está controlando el abatimiento, canalizando los impactos en dirección noreste hasta suroeste en la línea de la quebrada Escobal;
- La mayor parte del caudal que entra en la mina viene de la andesita, y esta formación no existe al oeste de la falda de las montañas;
- No parece que la perforación de MW-10 hace contacto con la zona profunda de fracturas en la capa roja que da agua en MW-11 y PSA-1; y,
- La mayor parte del abatimiento existe en la roca dura y sana, en la formación de capa roja y andesita. Esta formación tiene baja conductividad que disminuye el tamaño del cono de abatimiento.

El factor más importante es que no se sabe con certeza es si la fractura que produce agua en MW-11 y PSA-1, existe en la zona de la mina. Si existe, hay una alta probabilidad que el abatimiento de la mina podrá impactar PSA-1. La distancia no es grande entre la mina y este pozo, entonces puede ser que la mina tome el agua de este pozo. Sin embargo, esta posibilidad no es segura. La geología en el valle tiene sus propias estructuras y si la estructura en estos pozos que produce agua no existe abajo las montañas, puede ser que no habría ningún impacto a la mina en PSA-1. Debido a lo anterior, no vale la pena hacer una simulación de impactos de abatimiento de la mina subterránea en el acuífero profundo, porque las simulaciones no serían confiables.

La empresa Minera San Rafael perforará un núcleo más profundo en zonas más amplias, para buscar más mineral. En este programa de exploración, se conocerá más sobre el sistema de agua subterránea y se tendrá tiempo para responder a cualquier impacto en la producción del pozo PSA-1, debido al desarrollo de la mina.

➤ *Impacto del agua que se infiltre de las colas:*

Un riesgo potencial al acuífero poco profundo, es del efluente de las colas. Por este motivo, la empresa Global Resources Engineering Ltd., hizo una simulación de flujo de agua subterránea en las colas para predecir la cantidad de efluente de la instalación de colas que podría tener impactos al acuífero o al agua superficial.

El agua que se pueda infiltrar a través de las colas de una mina se somete a reacciones geoquímicas con el material que forma parte del escombros y tiene el potencial de degradar la calidad del agua. En general, la más común de estas reacciones es la baja del pH y el aumento en la presencia de metales disueltos, asociados con el drenaje ácido de roca (DAR). Otras reacciones geoquímicas comunes incluyen la movilización de sales y metales entre las colas mismas en condiciones de pH neutro. Este estudio describe el sistema hidrogeológico en el área designada de la mina para el depósito final de colas, y determinará los impactos potenciales a la calidad del agua debido al efluente de las colas.

El modelaje del flujo:

- Simula la cantidad del efluente fluyendo a través de las colas;
- Simula el tiempo que el efluente mantiene en contacto con materiales reactivos dentro de las colas; y
- Determina el contenido de humedad del material en las colas.

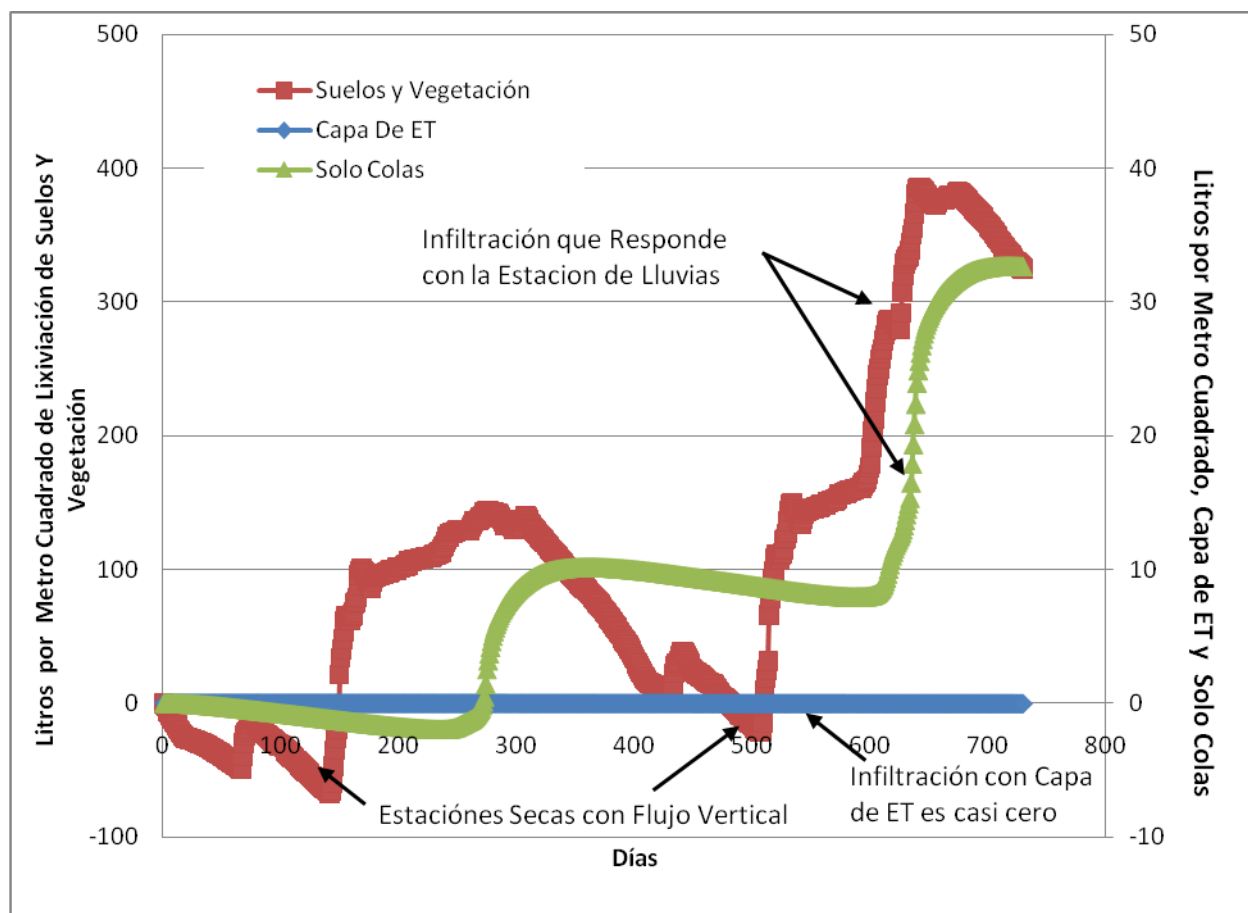
Para cuantificar lo mencionado anteriormente, hay que determinar el balance de agua de las colas y predecir la tasa de producción de efluente y la humedad en las colas. Estos factores son críticos para determinar los impactos en la calidad de agua. La simulación predijo que se puede controlar la producción de efluente casi completamente. Durante el uso del depósito de colas, se deben cubrir con una geomembrana impermeable y después de que la mina cierre, se puede colocar una capa de evapotranspiración (Capa de ET). Una capa de ET usa suelos naturales y vegetación para minimizar la infiltración de la precipitación. La Figura 12.17 muestra las condiciones con infiltración en las simulaciones de las colas. El mejor caso ocurre con la capa de ET. Esta capa tiene un impacto muy grande y bastante favorable en la cantidad de efluente. En los años con lluvias similares del año 2010, la simulación predice que no habrá infiltraciones significativas.

El manejo adecuado de agua de lluvia es una parte integral del criterio para el diseño del depósito de colas secas. El sistema de manejo de agua de lluvia está diseñado para minimizar el contacto entre el agua de lluvia y las colas, al mismo tiempo que mantiene una separación entre el agua de lluvia y agua de infiltración hasta donde sea posible.

Un sistema central de drenaje se construirá en el drenaje natural del valle donde se construirá el depósito de forma que quede debajo de las colas. El sistema de drenaje

consistirá en dos tuberías independientes de 600 mm de diámetro, las cuales mantendrán la separación entre el agua de lluvia que no haya entrado en contacto con las colas y el agua que se haya infiltrado en el material apilado. Las tuberías se colocaran en forma paralela sobre una capa de polietileno de alta densidad (HDPE por sus siglas en ingles) y cubierto con una capa de grava filtro, seguido por una capa de geotextil. Las colas provenientes de la planta de proceso, así como roca extraída de áreas de desarrollo de la mina subterránea serán colocadas sobre estas tuberías.

Figura 12.17 Simulación de Infiltración de las Colas



Durante la construcción y operación del depósito de colas, el agua de lluvia proveniente de la parte alta del valle y que no haya estado en contacto con las colas será conducido a través de un tubo solido de alta resistencia que será extendido desde el pie del depósito hasta la parte alta del valle, aguas arriba del depósito de colas hasta descargar en el drenaje natural.

La segunda tubería del sistema de drenaje será perforada para recolectar el agua que haya podido infiltrarse en el depósito de colas, o que haya entrado en contacto con las mismas o que pudiera drenar del propio material apilado. Previo a la colocación de las colas, se construirán una serie de drenajes sobre el suelo compactado en la parte más plana del sitio de almacenamiento, los cuales serán conectados directamente al tubo central perforado, de manera que puedan recolectar la mayor parte del agua de infiltración de las colas y enviarla a la pileta del área de depósito de colas y escombros construida en la parte baja del valle, fuera del perímetro designado para la colocación de colas. Estos drenajes se construirán utilizando grava limpia de filtro y geotextil.

➤ *Impacto en la calidad del agua subterránea:*

Como medidas de mitigación se tiene el tratamiento de las aguas de desagüe previa a su descarga al río El Dorado, y se deberá tener un estricto control de los ingresos y egresos de agua mediante medidores de flujos en los diferentes procesos; de la misma manera el monitoreo constante de la calidad de agua y del nivel freático.

El impacto del componente se califica como de Importancia Moderada (-46 como se aprecia en el Cuadro 12.10 de la Jerarquización de Impactos) de carácter negativo (-), intensidad alta (4), probabilidad de ocurrencia medio o probable (4), extensión regional (8), duración de mediano plazo (4), desarrollo de largo plazo (8) y reversibilidad temporal (2).

12.2.2.5 Suelo y Subsuelo

En la etapa de extracción y procesamiento de mineral, el suelo y subsuelo presentan impacto por la extracción de recursos naturales no renovables subterráneos, la erosión potencial de las áreas impactadas, así como de los depósitos de inertes (escombreras), colas y de desechos sólidos domésticos y peligrosos. Alrededor de 4.7 millones de m³ serán depositados en el depósito de colas, de los cuales alrededor del 85% provienen del proceso de flotación y el restante 15% del material inerte de la excavación de los túneles de acceso a la veta.

Los escurrimientos que producirían la erosión de los suelos se podrían activar únicamente durante tiempos de lluvia. La calidad del suelo puede ser afectada por derrames accidentales de sustancias químicas, sin embargo el proyecto contara con medidas de prevención.

Como se indicó anteriormente, las características del suelo fueron descritas en el inciso 8.3 del capítulo 8 anterior. Los suelos son franco areno arcillosos, con densidad aparente entre 0.98 a 1.18 gramos/cm³. También se midieron las concentraciones de metales pesados como cadmio, cromo, plomo, arsénico y mercurio en 25 muestras de suelos en el área de influencia, lo cual permitirá detectar cambios fuera de los rangos presentados por efecto de las actividades del proyecto.

Las medidas de mitigación establecidas para la protección del suelo son, conformar adecuadamente el material extraído en los sitios de depósito, los cuales contarán con muros o estructuras de contención, como se describirán en el PGA del capítulo 13, que incluye clasificar, reciclar y depositar los inertes en el relleno sanitario manual y prevenir los derrames de residuos de hidrocarburos.

El impacto se considera como de Importancia Moderada (-48) de carácter negativo (-), intensidad elevada (8), una probabilidad de ocurrencia cierta (8), con una extensión Puntual (2), duración de mediano plazo (4), desarrollo a largo plazo (8) y es irreversible (4).

12.2.2.6 Flora y Fauna Silvestre

La perturbación de la flora y fauna local será afectada principalmente por los procesos de transporte de insumos y productos, el procesamiento de minerales y la disposición de material en el depósito de colas. La flora del área a intervenir, será afectada permanentemente hasta que en la etapa de cierre se reconstituya con la siembra de árboles y arbustos. La migración de la fauna del lugar se producirá principalmente como consecuencia del ruido provocado por la maquinaria, vehículos, vibraciones y tránsito de vehículos y personas.

En el capítulo 9 anterior se describió el componente biótico indicando que el área del proyecto como su área de influencia directa ha sido intervenida desde hace varios años, por lo que la cobertura vegetal ocupa un bajo porcentaje de la zona, aunque se conserva pequeños parches de bosque y las especies de fauna existentes han logrado sobrevivir a la presencia del hombre. Desde el año 2009 a la fecha se realizan muestreos de la flora y fauna, por lo que se cuenta con una línea base que permitirá detectar cambios por efecto de las actividades del proyecto.

Los impactos sobre la flora y fauna contarán con una serie de medidas para prevenirlos, mitigarlos y compensarlos, entre estas estuvo localizar la zona de depósito de colas, en áreas con la menor cobertura arbórea, entre otras que se describirán en el PGA del capítulo 13. Cumplir con el compromiso de reforestación y conservar los árboles en los terrenos propiedad de la empresa, así también será prohibido hacer leña y la caza de animales en el área para prevenir que el impacto sea mayor.

El impacto se califica como de Importancia Menor (-33) con carácter negativo (-), de intensidad elevada (8), la probabilidad de ocurrencia es cierta (8), con una extensión puntual (2), una duración a mediano plazo (4), de desarrollo inmediato (1) y una reversibilidad temporal (2).

12.2.2.7 Medio Socioeconómico

En esta etapa del proyecto, se generaran empleos que aumentarán los ingresos de las familias de los trabajadores. El número total de empleados durante la fase de extracción y procesamiento del mineral será de 575, de los cuales únicamente 20 será extranjeros, y el resto serán nacionales y locales, de acuerdo a sus capacidades.

Las comunidades de los alrededores, son vulnerables y sensibles en cuanto a los servicios básicos, además los pobladores aprovechan los recursos naturales del área. Por lo tanto, el empleo de la mano de obra local, constituirá un impacto positivo porque propiciara ingresos a sus familias y reducirán la presión sobre los recursos naturales.

Entre los efectos potenciales negativos al ámbito socioeconómico se tiene que por el mejoramiento económico de los trabajadores, los precios de los productos de la canasta básica podría aumentar en detrimento de las familias que sus miembros no trabajan para la empresa. Otro efecto potencial negativo es la presencia de personas de otros lugares del país con costumbres diferentes, así como el apareamiento de prostíbulos y otros bares, eso afectaría la forma de vida del municipio, principalmente de San Rafael Las Flores.

Además de contratar mano de obra local (en su mayoría) de acuerdo a su capacidad, se apoyarán el desarrollo de proyectos comunitarios y se les exigirá a los trabajadores de fuera de la zona, un buen comportamiento.

Durante la fase de operación del Proyecto se estima que la movilización de 50 camiones por mes (1 a 2 camiones diarios), para el transporte de insumos hacia la mina, y 180 camiones por mes (6 camiones diarios), para el transporte del producto hacia el puerto.

Por lo tanto, habrá un Impacto Positivo de Importancia Moderada (45), de carácter positivo (+) por la generación de fuentes de trabajo que aportara durante el tiempo de operación, de intensidad alta (4), la probabilidad de ocurrencia es cierta (8), extensión regional (8), una duración permanente (4) ya que no se podría definir el tiempo que durara el impacto, desarrollo inmediato (1), puede ser irreversible (4).

12.2.2.8 Recursos Culturales e Históricos

Las actividades de extracción y procesamiento del mineral no afectarán los recursos culturales e históricos del área, porque para esta etapa ya no se intervendrán nuevas áreas. En ese sentido, se realizaron investigaciones para constatar que no hubiese ningún vestigio que pueda dañarse, de ampliarse el área de intervención.

En el inciso 10.8 del capítulo 10 anterior se indicó que en el área de influencia del proyecto hay dos grupos de vestigios arqueológicos. Estos grupos están retirados de donde se encuentran los componentes del proyecto. Sin embargo, se contara con la supervisión de arqueólogo durante la habilitación de cualquier área, por pequeña que sea.

Por lo tanto, se califica como un Impacto de Importancia no Significativa (15) con un carácter Neutro (0) ya que no afecta ni positiva ni negativamente la condición basal de la arqueología del área, de Intensidad Baja (1), la ocurrencia es poco probable (1), la extensión puntual (1), una duración temporal (2), un desarrollo inmediato (1) y sería reversible (2).

12.2.2.9 Paisaje y Visual

En el proceso de extracción y procesamiento de mineral, la alteración de la topografía y calidad visual se ve perturbada por las instalaciones y facilidades, como el área de colas.

El paisaje original de la AP ha sido modificado sobre todo por las actividades agrícolas. En la época de lluvias, el paisaje desde la RD-3 es muy agradable, aunque se ve afectado por los invernaderos, polleras y caminos vecinales, y durante esta fase, por las instalaciones y facilidades del proyecto.

Como medidas de mitigación, cuando sea posible, se reconfigurarán las áreas que ya no sean necesarias utilizarlas en el depósito de colas, y se sembrará una barrera viva con árboles de la zona.

Por lo que debido a que la topografía y el paisaje se verán afectados durante todo el proceso de operación de la mina, se califica como de Importancia Moderada (-44) debido a que el carácter es de rango negativo (-), la intensidad del impacto es elevada (8), la ocurrencia es Cierta (8), la extensión es puntual (2), duración de mediano plazo (4), desarrollo inmediato (1), Reversibilidad Permanente (4).

12.2.3 Análisis de los impactos ambientales durante la etapa de cierre de la mina

A continuación se analizan los impactos de las actividades de cierre de la mina sobre los factores del medio ambiente físico, biótico y socioeconómico, durante alrededor de 3 años que durarán las mismas.

En esta etapa, el cumplimiento de las medidas del Plan de Gestión Ambiental previo al cierre de la mina, es decir, a lo largo de los 18 años de la etapa de extracción y procesamiento del mineral, hará que la huella ambiental se haya ido mitigando. Las actividades contempladas durante la etapa de cierre serán el desmantelamiento de las instalaciones (trituradoras, molino, planta de flotación, etc.), y el cierre técnico de las facilidades (depósito de colas, piletas, relleno sanitario, etc.). Una actividad relevante será la revegetación del depósito de colas a medida que se vaya avanzando la utilización del mismo a lo largo de los 18 años, es decir, que al finalizar la extracción y procesamiento, se tendrán aún 3 años para recubrir con vegetación dicha área. Igualmente, la conservación de las áreas con cobertura vegetal dentro de los terrenos propiedad de la empresa, se mantendrá durante los 3 años de cierre, y se promoverá entre los antiguos propietarios, no intervenirlas. Las actividades de cierre se harán en las 115 hectáreas, que conforman el área del proyecto. Una vez se finalice los trabajos del cierre técnico, los terrenos serán devueltos a sus antiguos propietarios.

Será necesario demoler los cimientos de algunas instalaciones, y el ripio deberá de ser adecuadamente depositado en sitios previamente seleccionados, posiblemente dentro de los terrenos de la empresa. Se generará niveles altos de sonido (arriba de 85 decibeles) y polvo, y podrían haber derrames de residuos de hidrocarburos de la maquinaria a utilizar. Se requerirán de letrinas portátiles para uso de los trabajadores, ya que la planta de tratamiento será desmantelada, y limpiada. Se generarán desechos sólidos, los cuales deberán ser clasificados, y reciclados y los inertes deberán ser enviados al relleno sanitario más cercano, ya que el existente será clausurado. Además, en esta fase de cierre, se incluye el pago de las prestaciones de ley a los trabajadores de la mina, quienes serán prevenidos con anticipación de la finalización de los trabajos. En síntesis, el propósito de esta etapa es eliminar cualquier pasivo ambiental que se haya generado a través de los 18 años de extracción y procesamiento del mineral. Finalmente, a lo largo de los 3 años, se continuará el monitoreo ambiental, a manera de comparar los resultados con los anteriormente reportados.

A continuación se hace una descripción de los impactos de las actividades descritas anteriormente sobre los factores del medio ambiente abiótico, biótico y socioeconómico, durante el período de cierre técnico de la mina que durará alrededor de 3 años.

Para cada uno de los factores del medio ambiente, primero se hará una descripción de las actividades durante esta fase que potencialmente pudiera afectarlos. Segundo, se indicará los niveles de cada factor del medio ambiente considerado, que en este caso, se estima que con las medidas del PGA y el monitoreo se tendrá una línea base de más de 20 años. Tercero, se estimará cuánto o en qué cambiará la línea base ambiental por los impactos generados por las actividades que se llevarán a cabo, tomando en cuenta las medidas de prevención, control, mitigación y compensación. En este sentido, la línea base será la previa al inicio del proyecto.

12.2.3.1 Calidad del Aire

Las emisiones de gases de combustión de los motores de la maquinaria y equipo de construcción y el polvo generado sobre todo por los trabajos de desinstalación y demolición, afectarán la calidad del aire. Los trabajos de demolición generarán polvo.

Las emisiones de gases de combustión y el polvo podrían en mínimo grado afectar a los trabajadores.

Las concentraciones de los parámetros de calidad del aire se continuarán durante la fase de extracción y procesamiento de mineral y se comparan con los valores de las normas y guías de la OMS y del BM, por lo que se contará con una línea base que permitirá detectar cambios fuera de los rangos presentados durante los últimos tres años, por efecto de las actividades del proyecto. Sin embargo, se compararán con los valores, antes del inicio del proyecto, para evidenciar que se obtienen nuevamente valores similares.

Las concentraciones de los parámetros de calidad del aire disminuirán con respecto a los valores durante la etapa de extracción y procesamiento, y con las medidas de prevención y mitigación que se implementarán (regar agua, dar mantenimiento a los motores de la maquinaria y equipo y dotar del equipo de protección de los trabajadores), como se describirán en el capítulo 13 siguiente, estos se mantendrán por debajo de los valores guía de la OMS y BM, y serán probablemente similares a los reportados antes del desarrollo del proyecto.

Por lo tanto, la calificación del impacto de alteración de la calidad del aire por emisiones gaseosas y presencia de partículas de polvo resulta ser de Importancia No Significativa (-21, como se muestra en el Cuadro 12.12 en el inciso 12.2.2.4, anterior), debido a que el carácter es negativo, la intensidad es baja (1), la probabilidad de ocurrencia es cierta (8), la extensión puntual (2), la duración es temporal (2), el desarrollo es inmediato (1) y es reversible (2).

12.2.3.2 Ruido y Vibraciones

El funcionamiento del equipo y la maquinaria de desinstalación y demolición y por el tránsito vehicular dentro del AP, habrá ruido. Las vibraciones generadas por la maquinaria durante esta fase serán mínimas.

Los niveles de sonido se han venido midiendo trimestralmente desde el 2008 hasta la fecha, y se seguirá realizando durante la etapa previa de cierre (18 años). Las vibraciones serán también monitoreadas a lo largo de la etapa previa al cierre para constatar que no hay y, de haber deberán de estar por debajo de la norma del USBM.

Es decir, se contará con una extensa línea base de niveles de sonido y vibraciones durante los últimos tres años de cierre.

Los niveles de sonido y vibraciones disminuirán con respecto a los valores generados durante la etapa de explotación y procesamiento del mineral. Además, con las medidas de prevención, control y mitigación que se implementarán (mantenimiento a los motores de la maquinaria y equipo y funcionamiento de los mismos, silenciadores en las máquinas más ruidosas, dotar del equipo de protección de los trabajadores), estos se mantendrán por debajo de los valores guía de la OMS y BM, y de la norma de USBM, respectivamente, y serán probablemente similares a los reportados antes del desarrollo del proyecto.

Por lo tanto el impacto se califica como de Importancia No Significativa (-23), con un carácter de rango negativo (-), intensidad media (2), probabilidad de ocurrencia cierta (8), la extensión es puntual (2), de duración temporal (2), de desarrollo Inmediato (1), y el impacto si es reversible (2).

12.2.3.3 Agua Superficial

La recuperación de las áreas utilizadas por las instalaciones y facilidades, como de las zonas de amortiguamiento (115 hectáreas), afectará positivamente al agua superficial, comparada con las actividades llevadas a cabo durante la extracción y procesamiento del mineral. Aunque la inadecuada disposición del ripio, de las aguas residuales generadas por los trabajadores y de descargas al suelo de residuos de hidrocarburos provenientes de la maquinaria y vehículos, podría afectar negativamente la calidad del agua.

Los caudales y la calidad del agua de los cuerpos de agua de la microcuenca quebrada El Escobal y de las microcuencas y subcuencas vecinas, como La Honda, El Dorado y Tapalapa, se habrán medido durante los 18 años de la fase anterior al cierre técnico. Es decir, se contará con una línea base que permitirá detectar cambios fuera de los rangos presentados durante los últimos tres años, por efecto de las actividades del cierre del proyecto.

Las concentraciones de algunos parámetros físicos, químicos y bacteriológicos probablemente se mantendrán o mejoraran con respecto a los valores que se reportarán durante los 18 años de la fase de extracción y procesamiento del mineral, y

por las medidas de prevención, control y mitigación que se implementarán, como favorecer la infiltración en las áreas de intervención que serán recuperadas, conformar adecuadamente el ripio, disponer adecuadamente las aguas residuales domésticas (letrinas portátiles), prevenir los derrames de residuos de hidrocarburos, entre otras medidas que se describirán en el capítulo 13 siguiente, por lo que los valores serán probablemente similares a los reportados antes del desarrollo del proyecto.

Por lo que el impacto se califica como de Importancia Menor (-25) debido a que el carácter se calificó como negativo (-), debido a que la calidad y el régimen del agua se mejorará, probablemente será similar a las condiciones antes del desarrollo del proyecto, intensidad baja (1), la probabilidad de ocurrencia como probable (4), la extensión es local (4), porque su efecto puede abarcar territorio fuera de la propiedad del proyecto, la duración temporal (2) porque se manifiesta dentro de un plazo determinado, el desarrollo inmediato (1), y si es reversible (2).

12.2.3.4 Agua Subterránea

La recuperación de las áreas utilizadas por las instalaciones y facilidades, como de las zonas de amortiguamiento (115 hectáreas), podría afectar positivamente al agua subterránea. Aunque la inadecuada disposición de las aguas residuales generadas por los trabajadores y de descargas al suelo de residuos de hidrocarburos provenientes de la maquinaria y vehículos, podría afectar negativamente la calidad del agua.

La calidad del agua de los nacimientos y pozos de la microcuenca quebrada El Escobal y de las microcuencas y subcuencas vecinas, como La Honda, El Dorado, San Rafael y Tapalapa, se medirán durante los 18 años de la etapa de extracción y procesamiento del mineral. La empresa Global Resources Engineering Ltd., continuará probablemente investigando el agua subterránea, para fines de conocer su comportamiento y el efecto de la extracción de agua. Por lo que se tendrá una línea base extensa del comportamiento de los niveles piezométricos y calidad del agua subterránea.

La infiltración aumentará ligeramente con la recuperación de las 115 hectáreas, ya que no se bombeará agua del interior de los túneles (255 gpm) y las concentraciones de algunos parámetros físicos, químicos y bacteriológicos podrían permanecer iguales o mejorarse con respecto a los valores que se reportaran durante los años de

extracción y procesamiento. Además, se contarán con letrinas portátiles y se controlaran los derrames de residuos de hidrocarburos, entre otras medidas que se describen en el capítulo 13, por lo que los valores serán probablemente similares a los reportados antes del desarrollo del proyecto.

Por lo que el impacto se califica como de Importancia Menor (-25) debido a que el carácter se calificó como negativo (-), intensidad baja (1), la probabilidad de ocurrencia como probable (4), la extensión será local (4), porque su efecto puede abarcar territorio fuera de la propiedad del proyecto, la duración temporal (2) porque se manifestará dentro de un plazo determinado, el desarrollo inmediato (1), y si es reversible (2).

12.2.3.5 Suelo

Una vez desmantelada las instalaciones y demolidas la obra gris, el suelo orgánico que fue almacenado y mantenido durante la etapa de extracción y procesamiento del mineral se aplicará sobre estas superficies a manera de revegetarlas, lo cual será positivo para el suelo, el paisaje y el agua. El depósito de colas será clausurado, conformado y revegetado, a manera de que no genere ningún impacto al ambiente, sin embargo, las 23 hectáreas que cubrirá serán permanentes. Sin embargo, las descargas de las aguas residuales domésticas sin tratamiento y de desechos sólidos, de descargarse al suelo afectarían su calidad. La descarga inadecuada o derrames al suelo de los residuos de hidrocarburos o cualquier otro fluido provenientes de las reparaciones de la maquinaria y equipo también lo afectarían.

Las características del suelo fueron descritas en el inciso 8.3 del capítulo 8 anterior. Los suelos son franco arenos arcillosos, con densidad aparente entre 0.98 a 1.18 gramos/cm³. También se midieron las concentraciones de metales pesados como cadmio, cromo, plomo, arsénico y mercurio en muestras de suelos en el área de influencia, lo cual permitirá detectar cambios fuera de los rangos presentados por efecto de las actividades del proyecto.

El suelo será afectado positivamente porque se reconstituirá; con respecto a la extracción y procesamiento; sin embargo no se recuperará a sus condiciones antes del desarrollo del proyecto. Además se contará con una serie de medidas para prevenir, mitigar y compensar los potenciales impactos, llevar un estricto control del manejo de residuos de hidrocarburos en el taller, colocando fosas de captación para

prevenir que en caso de derrame llegue al suelo, se colocarán botes de basura para clasificarla y reciclarla y depositar los inertes en un relleno sanitario municipal, los trabajadores utilizarán letrinas portátiles, entre otras, por lo que las condiciones del suelo probablemente serán similares a los reportados antes del desarrollo del proyecto.

Por lo tanto, el impacto ha sido calificado como de Importancia no significativa (-20) con un carácter negativo (-), con una intensidad baja (1), la probabilidad de ocurrencia es cierta (8), la extensión es puntual (2), la duración es temporal (2), el desarrollo es inmediato (1) y es temporal (1).

12.2.3.6 Subsuelo

Los túneles serán rellenos con el material extraído (pasta) a lo largo de la extracción y procesamiento del mineral, por lo que durante la etapa de cierre, no se harán ninguna actividad adicional. Sin embargo, las descargas de las aguas residuales domésticas sin tratamiento, de residuos de hidrocarburos y de desechos sólidos, de descargarse al suelo podrían afectarían la calidad del subsuelo.

Como se indicó, las características del subsuelo fueron descritas en el inciso 8.1 del capítulo 8 anterior.

El subsuelo no será afectado durante la etapa de cierre, ya que se contará con una serie de medidas para prevenir, mitigar y compensar los potenciales impactos relacionados con el tratamiento de las aguas residuales y desechos sólidos de los trabajadores, el control de derrames, las cuales se indicaron en el inciso 5 anterior, por lo que las características del subsuelo serán probablemente similares a los reportados antes del desarrollo del proyecto, aunque no se podrá recuperar el mineral que fue extraído.

Por lo tanto, el impacto ha sido calificado como de Importancia no significativa (-20) con un carácter neutro (0), con una intensidad baja (1), la probabilidad de ocurrencia es cierta (8), la extensión es puntual (2) el efecto se verifica dentro del territorio donde operara el proyecto, la duración es permanente (8) ya que el impacto supone una duración indefinida en el tiempo, el desarrollo es inmediato (1) el impacto se representara como consecuencia directa de la actividad y es permanente (4).

12.2.3.7 Flora y Fauna Silvestre

Los niveles de sonido y la generación de polvo, así como por la presencia de los trabajadores podría afectar a la fauna del AP y AID. La descarga de residuos líquidos y sólidos al suelo también podría afectar a la fauna silvestre del área. Sin embargo, la revegetación de las áreas que serán desmanteladas y demolidas y al final cuando ya no haya actividades, tendrán probablemente un efecto positivo a la flora y fauna.

En el capítulo 9 anterior se describió el componente biótico indicando que el área del proyecto como su área de influencia directa ha sido intervenida desde hace varios años, por lo que la cobertura vegetal ocupa un bajo porcentaje de la zona, aunque se conserva pequeños parches de bosque y las especies de fauna existentes han logrado sobrevivir a la presencia del hombre. Desde el 2008 a la fecha se realizan muestreos de la flora y fauna, los cuales se continuarán durante la etapa de extracción y procesamiento del mineral, por lo que se contará con una línea base que permitirá detectar cambios por efecto de las actividades del proyecto. Sin embargo, se compara con los valores, antes del inicio del proyecto, para evidenciar que se obtienen nuevamente valores similares.

La flora del área a intervenir será afectada positivamente con la siembra de árboles y arbustos en las áreas a recuperar durante la etapa de extracción y procesamiento. Los impactos sobre flora y fauna durante la etapa de cierre contarán con una serie de medidas para prevenirlos, mitigarlos y compensarlos, el control del ruido y el polvo, el manejo de los residuos líquidos y sólidos (agua y suelo), lo cual contribuirá a minimizar los efectos negativos.

Por lo tanto, el impacto se califica como de Importancia Menor (21) debido a que el carácter es neutro (0), la intensidad es baja (1), la probabilidad de ocurrencia es cierta (8), la extensión del impacto es puntual (2) ya que su efecto se manifiesta dentro del territorio donde se localiza el proyecto, duración mediano plazo (4), desarrollo inmediato (1) el impacto se manifestara al momento de ejecutarse la actividad del proyecto, y será temporal (2).

12.2.3.8 Medio Socioeconómico

En el ámbito socioeconómico hay varios efectos potenciales tanto positivos como negativos. Será necesario contar que algunos trabajadores para las actividades de

cierre, pero bastante menor que para la fase de extracción y procesamiento del mineral; La mayoría serán personas de las comunidades vecinas y cercanas. El tráfico será también bastante menor.

Entre los efectos potenciales negativos al ámbito socioeconómico se tendrá que ya no habrá fuentes para el mejoramiento económico de los trabajadores. El uso de la tierra en parte de la superficie recuperada probablemente será la misma que antes del desarrollo del proyecto (agricultura).

En el inciso 10.10 del capítulo 10 anterior, se hizo una descripción de las áreas socialmente sensibles y vulnerables en el área de influencia directa e indirecta del proyecto, así como en los incisos 10.1 y 10.4 se describieron las características de la población y de los servicios básicos, respectivamente. Lo anterior se puede resumir que algunos miembros de las comunidades vecinas al proyecto tienen niveles altos de pobreza e insuficientes servicios básicos.

Las actividades durante el cierre técnico, generará efectos positivos y negativos en el ámbito socioeconómico. Para prevenir, mitigar y compensar los impactos negativos se contará con una serie de medidas, incluyendo la información.

Presenta un Impacto Moderado (47), de carácter Neutro (0), de intensidad baja (1), la probabilidad de ocurrencia es cierta (8), extensión regional (8) su efecto abarcaría territorios fuera del área del proyecto, una duración permanente (8), desarrollo inmediato (1), y será permanente (4).

12.2.3.9 Recursos Culturales e Históricos

Las actividades de cierre de la mina no afectarán a ningún vestigio arqueológico, excepto en el caso remoto de depositar el ripio proveniente de la demolición, en algún nuevo sitio fuera del área de intervención. En ese sentido, durante la etapa de diseño donde se ubicaron las instalaciones y facilidades, arqueólogos realizaron reconocimientos a manera de constatar que no hubiese ningún vestigio.

En el inciso 10.8 del capítulo 10 anterior se indicó que en el área de influencia del proyecto hay dos grupos de vestigios arqueológicos. Estos grupos están retirados de donde se encuentran los componentes del proyecto.

Las actividades de exploración previstas se desarrollaran sin ocasionar ningún impacto sobre los vestigios históricos, arqueológico y de cualquier otro tipo (cultural, religiosos).

Por lo tanto, presenta un Impacto de Importancia No Significativa (14), con carácter neutro (0) ya que no afecta ni positiva ni negativamente la condición basal de los vestigios arqueológicos, de intensidad baja (1), pues la condición se mantiene, ocurrencia poco probable (1) la probabilidad que se manifieste es menor a un 25%, extensión puntual (2) se verifica dentro del área del proyecto, duración temporal (2), desarrollo inmediato (1) y es reversible (2).

12.2.3.10 Paisaje y Visual

Las instalaciones y facilidades una vez desmanteladas y recuperadas modificarán el paisaje y la visual desde algunos puntos de la RD-3 que de San Rafael Las Flores va hacia Mataquescuintla y desde la cabecera municipal de San Rafael Las Flores. Desde las comunidades, excepto algunas viviendas de Los Planes y La Cuchilla, no será factible observar la recuperación de las áreas luego del cierre.

El paisaje original de la AP ha sido modificado sobre todo por las actividades agrícolas y luego por las instalaciones y facilidades. En la época de lluvias, el paisaje desde la RD-3 es muy agradable, aunque se ve afectado por los invernaderos, polleras y caminos vecinales.

Para mitigar y compensar los efectos sobre el paisaje y visual por el proyecto, se revegetará con especies locales las áreas de depósitos de colas y los sitios donde se desmantelaron las instalaciones.

Por lo tanto, se califica como de Importancia Menor (35), debido a que el carácter es neutro (0), la intensidad del impacto es media (2), la ocurrencia es probable (4) ya que el porcentaje de la probabilidad de la manifestación del impacto topográfico y visual es mayor a un 25%, la extensión es local (4) por que el área afectada por el impacto se verifica fuera del territorio del proyecto, duración a largo plazo (8) el impacto supone una duración permanente en el tiempo, desarrollo Inmediato (1) el impacto se manifestara en el momento de ejecutarse la actividad del proyecto y es reversible (2).

12.2.4 Valoración de los Impactos al ambiente

12.2.4.1 Metodología

La valoración de los impactos se realiza con la finalidad de estimar la magnitud de los mismos y seleccionar, en caso sean necesarias, las medidas preventivas y correctivas que habrá de incorporarse al proyecto. En primer lugar se analiza el proyecto sin tener en cuenta las medidas de mitigación que puedan incorporarse en sus diferentes fases, para evaluar la suficiencia de dichas medidas y si hace falta introducir nuevas medidas correctivas. El monitoreo ambiental permitirá verificar la funcionalidad y efectividad de las medidas de mitigación que se propondrán en el capítulo 13, respectivo.

Tomando como referencia metodologías convencionales aceptadas, que permitan dar una valoración cualitativa-cuantitativa de los impactos identificados de acuerdo con la atribución de los grados de importancia de estos, se presenta a continuación la metodología utilizada en el presente capítulo, para la valoración de impactos potenciales que serán inherentes al proyecto.

La tipología de Impactos se basó principalmente en la metodología utilizada para proyectos mineros en el Perú. A continuación se resumen los criterios para la valoración de los impactos potencial al ambiente.

Los parámetros que se han calificado anteriormente para poder establecer la Jerarquización de Impactos se definen en el Cuadro 12.8. La importancia del impacto (I_m), se calcula de la siguiente manera:

$$I_m = Ca * \{ [2 * (I + E + D)] + (P + De + R) \},$$

Donde:

Ca= Carácter;

I= Intensidad;

E= Extensión;

D= Duración;

P= Probabilidad de Ocurrencia;

De= Desarrollo; y,

R= Reversibilidad.

La jerarquización de impactos se define con los valores del Cuadro 12.8.

Cuadro 12.8 Jerarquización de Impactos:

Importancia de Impacto	Impacto Negativo	Impacto Positivo o Neutro
Importancia No Significativa	(-13 a -24)	(13 a 24)
Importancia Menor	(-25 a -36)	(24 a 36)
Importancia Moderada	(-37 a -59)	(37 a 59)
Importancia Mayor	(-60 a -72)	(60 a 72)

Los criterios de evaluación se presentan en el cuadro 12.9.

La importancia de los impactos durante las etapas de construcción, extracción y procesamiento del mineral y cierre, se muestran en los Cuadros 12.10, 12.11 y 12.12, respectivamente.

Cuadro 12.9 Criterios para la Evaluación de Impactos Ambientales

Parámetro	Definición	Rango de Calificación	Valor	Criterio Básico de Calificación
Carácter (Ca)	Indica si el impacto mejora o deteriora la condición basal	Negativo	(-)	Corresponde a impactos que implican deterioro de la condición basal de un componente.
		Positivo	(+)	Corresponde a impactos que mejoran la condición basal de un componente.
		Neutro	(0)	Corresponde a impactos que a priori no afectarán ni positiva ni negativamente el componente afectado.
Intensidad (I)	Expresa el grado de intervención del elemento	Elevada	8	Cuando el grado de alteración de la condición original del componente ambiental es completa.
		Alta	4	Cuando el grado de alteración de la condición original del componente ambiental es significativo.
		Media	2	Cuando el grado de alteración implica cambios notorios en el componente ambiental respecto a la condición original pero dentro de los rangos aceptables.
		Baja	1	Cuando el grado de alteración de las fuentes de impacto es pequeño y su condición original prácticamente se mantiene.
Probabilidad de Ocurrencia (P)	Califica la probabilidad de que el impacto pueda darse durante la vida útil del proyecto.	Cierto	8	La probabilidad en que se manifiesta el impacto es cierta (100%).
		Probable	4	La probabilidad en que se manifieste el impacto es más de un 25%.
		Poco Probable	1	La probabilidad en que se manifieste el impacto es menor a un 25%.
Extensión (E)	Define el área afectada por el impacto con respecto a su representación espacial.	Regional	8	Cuando su efecto abarca el territorio que se encuentra fuera de la propiedad del proyecto o a lo menos en la parte media o baja de las cuencas donde se encuentra el proyecto.
		Local	4	Cuando su efecto se identifica fuera del área en que se ubica la fuente de impacto, pero dentro del territorio administrativo del proyecto y/o dentro de las partes altas de las cuencas donde se inserta el proyecto.
		Puntual	2	Cuando su efecto se verifica dentro del territorio en que se localiza la fuente de impacto.
Duración (D)	Evalúa el período de tiempo durante el cual las repercusiones serán sentidas o resentidas.	Permanente	8	El impacto supone una duración indefinida en el tiempo.
		Mediano Plazo (3 a 20 años)	4	El impacto se manifiesta durante un plazo determinado y no es permanente en el tiempo.
		Temporal	2	El impacto supone una alteración no permanente en el tiempo, con un plazo de manifestación que generalmente es corto.
Desarrollo (De)	Plazo cuando se manifestará el impacto, definidos los índices en relación a la capacidad de manejo del impacto.	Largo Plazo (mayor de 10 años)	8	El impacto se manifiesta después de un largo período de tiempo luego de realizada la modificación sobre la condición base.
		Mediano Plazo (5 a 10 años)	4	El impacto se representa como consecuencia directa de la actividad del proyecto, pero su manifestación se produce en el mediano plazo.
		Corto Plazo (menor de 2 a 5 años)	2	La manifestación máxima del impacto sobre el o los componentes afectados, se produce luego de realizada la actividad del proyecto.
		Inmediato (menor a 1 año)	1	El impacto se manifiesta al momento de ejecutarse la actividad del proyecto.
Reversibilidad (R)	Se refiere a si el Impacto puede o no regresar a su estado basal.	Permanente	4	El Impacto se manifiesta de manera irreversible en el tiempo.
		Temporal	2	El impacto es de manera reversible en el tiempo, media vez el proyecto haya finalizado, regresara a su estado basal.

Cuadro 12.10 Valoración de los impactos ambientales durante la construcción

Parámetro	Carácter (Ca)	Intensidad (I)	Ocurrencia (P)	Extensión (E)	Duración (D)	Desarrollo (De)	Reversibilidad (R)	Total (Im)	Importancia del impacto
Calidad del aire	-	2	8	4	2	1	2	-27	Menor
Ruido y vibraciones	-	4	8	4	2	1	2	-31	Menor
Agua superficial	-	4	4	8	2	1	2	-35	Menor
Agua subterránea	-	2	8	4	2	1	2	-27	Menor
Suelo	-	4	8	2	4	8	4	-40	Moderada
Subsuelo	-	8	8	2	4	4	2	-42	Moderada
Flora y fauna silvestre	-	2	6	2	8	1	4	-37	Menor
Socioeconómico	+/-	4	8	8	4	2	2	+44	Moderada
Recursos culturales e históricos	-	1	1	2	2	1	2	-14	No Significativa
Paisaje y visual	-	2	4	2	4	1	2	-23	No Significativa

$$Im=Ca\{[2*(I+E+D)]+(P+De+R)\}$$

Cuadro 12.11 Valoración de los impactos ambientales durante la extracción y procesamiento del mineral

Parámetro	Carácter (Ca)	Intensidad (I)	Ocurrencia (P)	Extensión (E)	Duración (D)	Desarrollo (De)	Reversibilidad (R)	Total (Im)	Importancia del Impacto
Calidad del aire	-	8	8	4	4	1	2	-43	Moderada
Ruido y vibraciones	-	8	8	4	4	1	2	-43	Moderada
Agua superficial	-	4	8	8	4	1	2	-43	Moderada
Agua subterránea	-	4	4	8	4	8	2	-46	Moderada
Suelo y Subsuelo	-	8	8	2	4	8	4	-48	Moderada
Flora y fauna silvestre	-	8	8	2	4	1	2	-33	Menor
Socioeconómico	+/-	4	8	8	4	1	4	48	Moderada
Recursos culturales e históricos	0	1	1	1	2	1	2	15	No Significativa
Topografía y paisaje	-	8	8	2	4	1	4	-44	Moderada

$$Im=Ca\{[2*(I+E+D)]+(P+De+R)\} .$$

Cuadro 12.12 Valoración de los impactos ambientales durante el cierre

Parámetro	Carácter (Ca)	Intensidad (I)	Ocurrencia (P)	Extensión (E)	Duración (D)	Desarrollo (De)	Reversibilidad (R)	Total (Im)	Importancia del impacto
Calidad del aire	-	1	8	2	2	1	2	-21	No Significativa
Ruido y vibraciones	-	2	8	2	2	1	2	-23	No Significativa
Agua superficial	-	1	8	4	2	1	2	-25	Menor
Agua subterránea	-	1	8	4	2	1	2	-25	Menor
Suelo	-	1	8	2	2	1	1	-20	No significativa
Subsuelo	0	1	8	2	8	1	4	35	Menor
Flora y fauna silvestre	0	1	8	2	2	1	2	21	No significativa
Socioeconómico	0	1	8	8	8	1	4	47	Moderada
Recursos culturales e históricos	0	1	1	2	2	1	2	-14	No significativa
Paisaje y visual	0	2	4	4	8	1	2	35	Menor

$$Im = Ca * \{ [2 * (I + E + D)] + (P + De + R) \}$$

12.3 Evaluación del Impacto Social

El censo de población 2002 indica que el 30.96% del total de la población constituye la población económicamente activa. La rama de actividad económica más importante lo es la agricultura, caza, silvicultura y pesca que absorbe al 84.12% de la PEA; le sigue los servicios comunales, sociales y personales con el 3.85% de la PEA y la rama de comercio al por mayor y menor con el 2.96% de la PEA.

Por el nivel de ocupación el 64.74% de la PEA son agricultores o trabajadores calificados en la agricultura; el 24.47% son trabajadores no calificados (juntos integran el 89.21% de la PEA).

Los dos apartados anteriores permiten afirmar que la población económicamente activa en el municipio de San Rafael Las Flores, antes de iniciar la actividad minera en 2007 era básicamente rural, dedicada mayoritariamente a la agricultura y con poco grado de calificación.

Con la información del censo agropecuario 2003 e información del sistema de información de precios de mercado del MAGA y lo que indica el sistema de cuentas nacionales SCN93 del Banco de Guatemala, se ha podido estimar el valor bruto de la

producción agrícola y su valor agregado en el municipio de San Rafael Las Flores. El mismo se ha proyectado a 2011 y 2012 según las tendencias para el sector agropecuario a nivel nacional que indican los datos del Banco de Guatemala. En ese sentido se puede estimar que el valor bruto de la producción agrícola en el año 2002 alcanzó el equivalente a Q. 42.9 millones corrientes y un valor agregado de Q. 38.5 millones. Los siete rubros de mayor importancia lo constituyen avicultura (granjas especializadas principalmente), café, cebolla, silvicultura (valor del estimado en consumo de leña en el municipio), maíz, ganadería bovina y la agricultura de patio en los hogares rurales. Para el año 2011 el valor agregado agropecuario se estima en Q. 75.1 millones y un valor bruto de la producción de Q. 83.7 millones.

La actividad agropecuaria se ha venido desarrollando en cerca de 4,100 hectáreas, de las cuales 39.5% se dedican a cultivos limpios, 30.4% a cultivos semipermanentes y permanentes; 14.6% a pastos, 12.8% a bosques y 2.7% a otras tierras.

Hasta antes del año 2007, los sitios específicos de la futura explotación minera y cuyas tierras han sido adquiridas por la empresa minera San Rafael pertenecían a los usos de la tierra de cultivos permanentes (café), pastos (ganadería extensiva) y bosques (remanentes, donde en algunas áreas también se hacían cultivos limpios). La empresa Minera San Rafael ha adquirido los derechos de 263 hectáreas, que no estarán ofertando café, ganado y subproductos, leña y contrato de mano de obra a las familias vecinas del área. Concretamente a las familias de menores recursos de las comunidades La Cuchilla y Las Nueces les hará falta ingresos por venta de su mano de obra para las labores en el cultivo de café, pequeños lotes de tierras que arrendaban para cultivar maíz y frijol, y sobre todo leña que obtenían de esas áreas (una especie de ramoneo).

El resto de actividades económicas tienen menor importancia que el sector agropecuario. Por ejemplo, administración pública, defensa y enseñanza, genera un flujo financiero en pago de salarios anuales cercanos a Q. 10.0 millones. Las remesas familiares se estiman en Q. 4.0 millones por año, el comercio local puede estar en alrededor de Q. 8.0 millones por año, en tanto que el presupuesto de ingreso promedio de la municipalidad (y que destina a gasto), ha tenido un promedio cercano a los Q 9.0 millones. En suma el movimiento económico anual previo a la explotación minera puede estimarse en unos Q. 106.1 millones por año.

El presupuesto de ingresos promedio 2006-2010 que manejó la municipalidad de San Rafael las Flores, alcanzó un monto de Q. 8.85 millones, de los cuales solamente el

1.94% son ingresos propios o internos del municipio, mientras que el 86.3% lo constituyen transferencias del gobierno central y el 11.3% restante se obtiene por préstamos de corto plazo.

El impacto económico de la actividad minera será altamente significativo para la economía de San Rafael Las Flores, por varias razones, entre ellas, incrementa la oportunidad de empleo para muchas personas y familias de la localidad, permite que algunas personas se constituyan en proveedoras de servicios, insumos y productos para la empresa (carpinteros, restaurantes, casas en alquiler, gasolineras, otros), el efecto multiplicador de la disposición de ingresos y demandas de los trabajadores de la empresa (alimentos, alquileres, lavandería, otros) y el pago de las regalías que serán canalizadas al gobierno municipal según contempla la ley de minería.

Asimismo, al disponer de mucho dinero en circulación para una economía tradicional como la de San Rafael Las Flores, hará que se convierta en un punto de atracción para el desarrollo de diversos negocios, entre ellos la apertura de bares, cantinas, prostíbulos y similares; la mayor liquidez hará incrementar los precios de los bienes de la canasta básica y del mínimo vital con efectos adversos sobre personas y familias que no podrán, por diversos motivos, insertarse a la nueva influencia económica, principalmente familias campesinas pobres; así como pérdida de la competitividad en la producción de bienes agrícolas por el encarecimiento del valor de la mano de obra.

La empresa ha estimado invertir parte de su capital inicial como costo directo de \$158.4 millones (portales, carretera, instalaciones, otros), inversión que se estará haciendo en el sitio, con solamente el 10% que circule en San Rafael las Flores, representaría una cantidad similar al valor de la producción de la economía de San Rafael Las Flores, sin incluir la minería.

Para la fase de operación y con datos de un año típico la empresa estaría invirtiendo \$35.8 millones en la operación minera, \$25.1 millones en el procesamiento, teniendo un costo (sin incluir administración) de \$60.9 millones. Si en el municipio de San Rafael Las Flores circulara el 10% de esos montos, significaría una liquidez local estimada Q 46.9 millones por año.

El derecho minero (regalía y cánones) que estaría pagando la empresa minera San Rafael por tonelada de mineral es de \$3.56, lo que significaría un total anual estimado de \$4.97 millones por año. La transferencia por regalía a San Rafael las Flores se

estima que alcance Q. 18.86 millones por año, lo que significaría un incremental de 215% al presupuesto actual de dicha municipalidad, con lo cual se podrá mejorar la obra pública municipal (poco más de Q. 300.0 millones en un lapso de 18 años).

El personal a contratar para el trabajo de explotación y procesamiento en la mina se estima en 575 personas, de los cuales alrededor de 400 (70%) podrían ser de la localidad, de acuerdo con las calificaciones que se requerirían para el puesto, absorbiendo poco menos del 15% de la población económicamente activa del municipio de San Rafael Las Flores.

La economía del país también recibirá los efectos positivos de la inversión en la minería que se traducirá en un multiplicador de nuevas oportunidades para los agentes económicos nacionales que podrán ofertar servicios, insumos, productos a la empresa, sus socias y sus trabajadores.

De manera directa se espera que a lo largo de la explotación minera se reciban un total de \$80.6 millones en conceptos de regalías y canon minero. Anualmente se esperaría un ingreso de \$6.2 millones en concepto de impuesto al valor agregado y alrededor de \$20 millones solamente durante el periodo de construcción. Adicionalmente, el proyecto generará un promedio anual de \$16.5 millones en concepto de impuesto sobre la renta.

Será positivo el impacto macroeconómico en la balanza cambiaria, por el período en que se hagan las operaciones de exportación y la transferencia de utilidades a la casa matriz

Respecto a pagos en salarios en Guatemala se estima en promedio montos anuales de \$17.0 millones incluyendo impuesto sobre la renta derivado de salarios, estimados en \$2 millones.

Por su parte, las compras de bienes y servicios en Guatemala durante la operación promediarán \$25.0 millones anuales durante los 18 años de operación.

Dicho lo anterior, se recomienda compensar de manera directa al sector más vulnerable de la población que recibe efectos económicos adversos de la actividad minera. Los pobladores de los caseríos La Cuchilla y las Nueces son los que con mayor magnitud recibirán un impacto adverso. La compensación directa podrá ser financiar estufas mejoradas para la cocina y reducir significativamente la demanda de

leña de los hogares rurales. Así también capacitación para el trabajo en nuevas opciones (artesanía, hidroponía, agricultura intensiva de patio, otros), capital inicial para aquellas familias que muestren interés y adopten las nuevas tecnologías de producción (patio, hidroponía), a manera de fondo revolvente.

En el caso del caserío Los Planes, con una agricultura de mediana intensidad y que recibirá los efectos del encarecimiento del costo de la mano de obra, se sugiere sean compensados mediante un programa de asistencia técnica que permita modernizar sus formas y modalidades de producción, tomando en consideración la minimización de uso de mano de obra (tracción animal o uso de pequeña maquinaria, manejo integrado de plagas, miniriego y otras) y manejo de pos cosecha.

El entramado social requiere que la oficina de Desarrollo Sostenible de la Empresa Minera San Rafael, mantenga una permanente comunicación y acompañe en proyectos de desarrollo comunitario de alta sensibilidad social a las comunidades de San Rafael las Flores para mantener un equilibrio en la conducta y práctica social de las comunidades que minimice conflictos sociales con la Empresa Minera San Rafael.

12.4 Síntesis de la Evaluación de Impactos Ambientales

A continuación se hace una síntesis de los impactos potenciales de las actividades durante la construcción sobre los factores del medio ambiente abiótico, biótico y socioeconómico, durante el año que durará esta etapa.

Calidad del Aire:

Las emisiones de gases de combustión de los motores de la maquinaria y equipo de construcción y sobre todo, el polvo a generarse por el movimiento de tierras afectarán la calidad del aire. Los trabajos de remoción de la capa vegetal del suelo, por el movimiento de tierras para construir las plataformas de las instalaciones y las facilidades, generarán polvo. Las emisiones de gases de combustión y el polvo podrían también afectar a los trabajadores, y en mínimo grado a los comunitarios al no haber viviendas dentro de la AP y el AID.

Niveles de Presión Sonora y Vibraciones:

El funcionamiento del equipo y la maquinaria de construcción, durante el movimiento de tierra y por el tránsito vehicular dentro del AP, aumentarán los niveles de sonido.

Las vibraciones generadas por el movimiento de maquinaria pesada durante esta fase serán mínimas.

Agua Superficial y Subterránea:

El movimiento de tierras que se deberá realizar para la construcción de las instalaciones y facilidades, será la principal actividad en superficie que podría afectar al agua superficial por el deterioro de la calidad debido al arrastre de suelo no conformado y mayor escorrentía por el cambio de uso del mismo. La construcción de las instalaciones y edificaciones que ocuparán alrededor de 46.5 hectáreas impermeabilizarán el suelo y subsuelo, afectando la infiltración y por consiguiente el acuífero superior. La descarga de aguas residuales domésticas directamente al subsuelo, así como derrames accidentales de residuos de hidrocarburos al suelo afectaría la calidad del agua subterránea. Se requerirá de perforar dos pozos para contar con agua (28 gpm) para el abastecimiento de los servicios en el campamento y oficinas, los cuales extraerán agua del acuífero profundo.

Suelo y Subsuelo:

La remoción de la capa superficial del suelo en las 46.5 hectáreas que serán intervenidas directamente afectará la estructura del suelo al removerlo, y al subsuelo al colocarle material selecto, compactarlo e impermeabilizarlo. Las descargas de las aguas residuales domésticas sin tratamiento y de desechos sólidos, de disponerse al suelo afectarían su calidad. La descarga inadecuada o derrame de residuos de hidrocarburos o cualquier otro fluido proveniente de las reparaciones de la maquinaria y equipo afectarían la calidad del suelo.

Flora y Fauna:

El corte de árboles dispersos en las 46.5 hectáreas, así como el movimiento de tierras generará un impacto sobre la flora y en algunas especies de fauna. Los niveles de sonido y la generación de polvo, así como la presencia de los trabajadores podría afectar a la fauna del AP y AID. La descarga de residuos líquidos y sólidos al suelo también podría afectar a la fauna silvestre del área.

Medio Socioeconómico:

En el ámbito socioeconómico hay varios efectos potenciales tanto positivos como negativos. Las actividades del proyecto requerirán la contratación de mano de obra (alrededor de 1,000 personas), que como para las actividades actuales de exploración, la mayoría (70%) serán personas de las comunidades vecinas y cercanas.

Adicionalmente, los salarios de los trabajadores inyectarán dinero al municipio, lo que hará que se incrementen el comercio sobre todo en San Rafael Las Flores.

La empresa ha estimado invertir en esta fase 158.4 millones de dólares; con solamente el 10% que circule en San Rafael las Flores, representaría una cantidad similar al valor de la producción de la economía del municipio, sin incluir la minería. De manera directa, la expectativa es que durante esta fase se esperaría un ingreso de 20 millones de dólares en concepto de impuesto al valor agregado. Adicionalmente, el proyecto generará un promedio anual de 16.5 millones de dólares, en concepto de impuesto sobre la renta.

Entre los efectos potenciales negativos al ámbito socioeconómico se tiene que por el mejoramiento económico de los trabajadores, los precios de los productos de la canasta básica podría aumentar en detrimento de las familias que sus miembros no trabajan para la empresa. Otro efecto potencial negativo es la presencia de personas de otros lugares del país, con costumbres diferentes, así como el posible apareamiento de prostíbulos y de otros bares, lo cual afectaría la forma de vida del municipio, específicamente de San Rafael Las Flores. Un efecto neutral podría ser que aumentara el valor de la mano de obra para contratar a trabajadores en la agricultura, polleras, etc., lo cual será beneficioso para el contratado, pero afectará los ingresos del empresario, que lo trasladará al producto.

En relación al tráfico, habrá un aumento al inicio de la construcción, cuando se traiga la maquinaria y equipo que se necesitará; sin embargo, el resto del tiempo el tráfico será generado por 6 autobuses que llevara en la mañana a los trabajadores y los devolverá en la tarde, unos 3 camiones cisterna de combustible a la semana, y las motos de los comunitarios que trabajaran en el proyecto. El transporte del material producto del movimiento de tierra no afectará el tráfico local porque se depositará dentro de los terrenos de la empresa.

Se estima la cantidad de transporte que se movilizará: Desde el puerto hacia el Proyecto, 600 contenedores de 40' y 50' cargas sobredimensionadas; Desde cualquier parte de territorio nacional al Proyecto, 1,200 camiones; Tránsito local (San Rafael Las Flores, Mataquescuintla, Casillas, etc.), 700 camiones. La movilización del equipo se realizará cumpliendo el Reglamento para el Control de Pesos y Dimensiones de vehículos automotores y sus combinaciones (Acuerdo Gubernativo 1084-92).

Recursos Culturales e Históricos:

El movimiento de tierras en las 46.5 hectáreas no afectará ningún vestigio arqueológico. En ese sentido, durante la etapa de diseño y ubicación de las instalaciones y facilidades, arqueólogo realizó reconocimientos para constatar que no hubiese ningún vestigio que pudiera ser afectado por el proyecto.

Paisaje y Visual:

Las instalaciones y facilidades modificarán el paisaje y la visual desde algunos puntos de la Ruta Departamental 3 (RD-3) que de San Rafael Las Flores va hacia Mataquescuintla y desde la cabecera municipal de San Rafael Las Flores. Desde las comunidades, excepto algunas viviendas de Los Planes y La Cuchilla, no será factible observar el proyecto.

El paisaje original de la AP ha sido modificado sobre todo por las actividades agrícolas. En la época de lluvias, el paisaje desde la RD-3 es muy agradable, aunque se ve afectado por los invernaderos, polleras y caminos vecinales.

Seguidamente se hace una síntesis de los impactos de las actividades durante la explotación y procesamiento de minerales sobre los factores del medio ambiente abiótico, biótico y socioeconómico, durante el período de extracción y procesamiento del mineral durante los 18 años que durarán las actividades mineras.

Calidad del Aire:

Durante la etapa de extracción y procesamiento del mineral, la calidad del aire será afectada principalmente por el material particulado proveniente de trituración y molienda, transporte y depósito de colas al sitio de depósito y por la emisión de gases de combustión de los motores de la maquinaria y equipo utilizado, tanto en la superficie como bajo tierra. Adicionalmente, debido al transporte de insumos y productos por caminos de terracería y por la disposición de material estéril y del procesado al sitio de colas, se generará polvo.

Presión Sonora y Vibraciones:

En la etapa de extracción y procesamiento del mineral se producirán ruidos y vibraciones causados por las detonaciones para la extracción del mineral de la mina, así como por el transporte de insumos y productos, por el acopio de material en los depósitos de almacenamiento, incluyendo el de colas, y por la trituración y molienda.

Agua Superficial y Subterránea:

En la etapa de extracción y procesamiento del mineral, el agua superficial podría ser afectada principalmente en su calidad por la escorrentía que estará en contacto con las áreas intervenidas, principalmente el sitio de depósito de colas, si no hubiese un manejo adecuado de la misma. También la calidad del agua superficial podría ser afectada si no hubiese un tratamiento adecuado de las aguas residuales del proceso y domésticas, así como las de desagüe extraídas de la mina. Adicionalmente, los derrames accidentales de residuos de hidrocarburos podrían afectar la calidad del agua superficial. No se extraerá agua de ningún río. Se requerirá bombear 28 gpm del acuífero profundo a través de 2 pozos mecánicos para ser utilizada en el abastecimiento humano. Adicionalmente, se estima que será necesario bombear alrededor de 255 gpm desde los túneles (agua de desagüe), cuando estos intercepten el acuífero profundo, para que permita realizar los trabajos de excavación de los mismos. El agua de desagüe por estar en contacto con la veta será tratada para remover los metales, previo a su uso en la planta de proceso del mineral o antes de descargarla en el río El Dorado; en ambos casos, luego de pasar por la pileta de cumplimiento ambiental. Además, la infiltración en el depósito de colas puede afectar el agua subterránea. El potencial impacto de la extracción de alrededor de 283 gpm del acuífero profundo (28 más 255 gpm), podría ser en los pozos mecánicos existentes en el área de influencia. También los derrames accidentales de residuos de hidrocarburos al suelo podrían afectar la calidad del agua del acuífero somero, de llegarse a infiltrar.

Suelo y Subsuelo:

Será impactado por la extracción de recursos naturales no renovables subterráneos, y el suelo por la erosión de las áreas impactadas, así como por los depósitos de inertes (escombreras), colas y de residuos sólidos domésticos y peligrosos. Alrededor de 4.7 millones de m³ serán depositados en el depósito de colas, de los cuales alrededor del 85% proviene del proceso de flotación y el restante 15% del material inerte de la excavación de los túneles de acceso a la veta. Los escurrimientos que produciría la erosión de los suelos se podrían activar únicamente durante tiempos de lluvia. La calidad del suelo puede ser afectada por derrames accidentales de sustancias químicas, sin embargo el proyecto contara con medidas de prevención.

Flora y Fauna:

La perturbación de la flora y fauna local será afectada principalmente por los procesos de transporte de insumos y productos, el procesamiento de minerales y la disposición de material en el depósito de colas. La flora del área a intervenir, será afectada

permanentemente hasta que en la etapa de cierre se reconstituya con la siembra de árboles y arbustos. La migración de la fauna del lugar se producirá principalmente como consecuencia del ruido provocado por la maquinaria, vehículos, vibraciones y tránsito de vehículos y personas.

Ambiente Cultural y Socioeconómico:

El impacto económico de la actividad minera será altamente significativo para la economía de San Rafael Las Flores, porque incrementará la oportunidad de empleo, permitirá que algunas personas se constituyan en proveedoras de servicios, insumos y productos para la empresa (carpinteros, restaurantes, casas en alquiler, gasolineras, otros), por el efecto multiplicador de la disposición de ingresos y demandas de los trabajadores de la empresa (alimentos, alquileres, lavandería, otros) y por el pago de las regalías que serán canalizadas al gobierno municipal según contempla la Ley de Minería.

El personal a contratar para el trabajo de explotación y procesamiento en la mina se estima en 575 personas, de los cuales alrededor de 400 (70%) podrían ser de la localidad, de acuerdo con las calificaciones que se requerirían para el puesto, absorbiendo poco menos del 15% de la población económicamente activa del municipio de San Rafael Las Flores.

A disponibilidad de dinero en circulación para una economía tradicional como la de San Rafael Las Flores, hará que se convierta en un punto de atracción para el desarrollo de diversos negocios, entre ellos la apertura de bares, cantinas, prostíbulos y similares; la mayor liquidez hará incrementar los precios de los bienes de la canasta básica con efectos adversos sobre personas y familias que no podrán, por diversos motivos, insertarse a la nueva influencia económica, principalmente familias campesinas pobres, así como, pérdida de la competitividad en la producción de bienes agrícolas por el encarecimiento del valor de la mano de obra.

Para la fase de operación y con datos de un año típico, la empresa estaría invirtiendo (sin incluir administración) de 60.9 millones de dólares. Si en el municipio de San Rafael Las Flores circulara el 10% de esos montos, significaría una liquidez local estimada 46.9 millones de quetzales por año.

El derecho minero (regalía y cánones) que estaría pagando la Empresa Minera San Rafael por tonelada de mineral será de 3.56 dólares, lo que significaría un total anual estimado de 4.97 millones de dólares por año. La transferencia por regalías a San

Rafael Las Flores se estima que alcance 18.86 millones de quetzales por año, lo que significaría un incremental de 215% al presupuesto actual de dicha municipalidad, con lo cual se podrá mejorar la obra pública municipal (poco más de 300.0 millones de quetzales en un lapso de 18 años).

Entre los efectos potenciales negativos al ámbito socioeconómico indicados en la fase de construcción y que se manifestarán también en la fase de operación, se tiene que por el mejoramiento económico de los trabajadores, los precios de los productos de la canasta básica podría aumentar en detrimento de las familias que sus miembros no trabajan para la empresa.

Otro efecto potencial negativo es la presencia de personas de otros lugares del país, con costumbres diferentes, así como el posible apareamiento de prostíbulos y de otros tipos de bares, lo que afectaría la forma de vida del municipio, específicamente de San Rafael Las Flores. Un efecto neutral podría ser que aumentará el valor de la mano de obra para contratar a trabajadores en la agricultura, polleras, etc., lo cual será beneficioso para el contratado, pero afectará los ingresos del empresario, que lo trasladará al producto.

Durante la fase de operación del Proyecto se estima que la movilización de 50 camiones por mes (1 a 2 camiones diarios), para el transporte de insumos hacia la mina, y 180 camiones por mes (6 camiones diarios), para el transporte del producto hacia el puerto.

La economía del país recibirá los efectos positivos de la inversión en la minería que se traducirá en un multiplicador de nuevas oportunidades para los agentes económicos nacionales que podrán ofertar servicios, insumos, productos a la empresa, sus socias y sus trabajadores.

De manera directa se espera que a lo largo de la explotación minera se reciban un total de 80.6 millones de dólares en conceptos de regalías y canon minero. Anualmente se esperaría un ingreso de 6.2 millones de dólares en concepto de impuesto al valor agregado. Adicionalmente, el proyecto generará un promedio anual de 16.5 millones de dólares, en concepto de impuesto sobre la renta.

Será positivo el impacto macroeconómico en la balanza cambiaria, por el período en que se hagan las operaciones de exportación y la transferencia de utilidades a la casa matriz.

Topografía y Paisaje:

En el proceso de extracción y procesamiento del mineral, la alteración de la topografía y calidad visual se ve perturbada por las instalaciones y facilidades, así como por el área de colas.

13. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación que se aplicarán para los impactos identificados, analizados y valorados, han sido descritas en forma general en el capítulo 12 anterior. Por lo que a continuación se describe el Plan de Gestión Ambiental (PGA) donde se hace una descripción ampliada de las medidas de prevención, control, mitigación y compensación a los impactos ambientales identificados.

13.1 Plan de Gestión Ambiental (PGA)

El Plan de Gestión Ambiental (PGA), incluye las medidas a implementar durante las etapas de construcción de las facilidades e instalaciones, extracción y procesamiento de minerales de la veta y el cierre técnico, que durarán uno, diez y ocho, y tres años, respectivamente, para prevenir, controlar y mitigar los impactos potenciales negativos al ambiente físico, biótico y socioeconómico, y maximizar los impactos potenciales positivos.

En el Cuadro 13.1 se resume el PGA, que incluye: a) las variables ambientales afectadas; b) la fuente generadora del impacto; c) el impacto ambiental propiamente dicho; d) la cita de la regulación ambiental relacionada con el tema; e) las medidas ambientales establecidas; f) el tiempo de ejecución de las medidas; g) el costo de las medidas; h) el responsable de aplicar dichas medidas; i) el indicador de desempeño establecido para controlar el cumplimiento; y, j) síntesis del compromiso ambiental.

Cuadro 13.1 Resumen del Plan de Gestión Ambiental, PGA

Variable Ambiental Afectada	Fuente Generadora	Impacto Ambiental	Regulación Ambiental	Medidas Establecidas	Tiempo de ejecución	Costo de las Medidas	Responsable de aplicar las Medidas	Indicador de Desempeño	Síntesis del Compromiso Ambiental
Calidad del Aire	Movimiento de tierras, incluye depósito del material	Polvo y Gases	D. 68-86	Regar agua. Dotar a los trabajadores de mascarillas. Dar mantenimiento a la maquinaria y equipo.	1 año	Incluir en el presupuesto: camiones cisternas, mantenimiento de maquinaria; recubrimiento plástico para tapar agregados finos, suelo y depósito de colas	Minera San Rafael	Concentración de polvo < valor de la norma OMS (150 ug/l), en los límites de la propiedad y no hay quejas de comunitarios	Mitigación del polvo y control de las emisiones de gases
	Excavación de acceso a la veta, procesamiento del mineral, depósito de colas	Gases	D. 68-86	Dar mantenimiento a la maquinaria. Ventilación Dotar a los trabajadores de mascarilla.	18 años				
		Polvo	D. 68-86	Dispositivos de control. Regar agua. Dotar a los trabajadores de mascarillas.					
Ruido y Vibraciones	Movimiento de tierras, incluye depósito del material	Ruido	D. 68-86	Dar mantenimiento a la maquinaria y equipo. Dotar de protectores de oídos.	1 año	Incluir en el presupuesto el mantenimiento del equipo y maquinaria y la dotación del equipo de protección. Costo del registro de vibraciones, calidad del aire y ruido Q. 500,000 / año. Total Q 9,000,000	Minera San Rafael	Niveles de sonido < 55 dBA y no hay quejas de comunitarios	Mitigación del ruido
	Excavación de acceso a la veta, incluye detonaciones y procesamiento del mineral, depósito de colas	Ruido	D. 68-86	Dispositivos de control. Dotar de protectores de oídos. Dar mantenimiento a la maquinaria y equipo.	18 años				
		Vibraciones	D. 68-86	Registrar las vibraciones en los sitios de línea base. Disminuir secuencias y cargas, de ser necesario					
Suelo y Subsuelo	Movimiento de tierras, incluye depósito del material, para construir las plataformas de las instalaciones y hacer las facilidades	Pérdida e impermeabilización de suelos	D-68-86; "Libro Azul, 2001"	Realizar el movimiento de tierra en época seca, si es factible. Conformar adecuadamente el material extraído en los dos sitios de depósito; Almacenar el suelo orgánico y utilizarlo en la revegetación; Evitar derramar al suelo residuos de hidrocarburo Colocar cajas de sedimentación en el camino y sitios depósito.	1 año	Algunas medidas no tienen costo ya que son preventivas. Sin embargo, se presupuestará Q. 2.000,000 para las obras de control de erosión		Llevar registro fotográfico de sitios de depósito, cajas sedimentación y a lo largo de la quebrada. Concentración de sólidos en la quebrada y ríos se mantiene en el rango reportado	Evitar la pérdida innecesaria de suelo

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO ESCOBAL

Variable Ambiental Afectada	Fuente Generadora	Impacto Ambiental	Regulación Ambiental	Medidas Establecidas	Tiempo de ejecución	Costo de las Medidas	Responsable de aplicar las Medidas	Indicador de Desempeño	Síntesis del Compromiso Ambiental
Suelo y Subsuelo	Excavación de acceso a la veta y extracción del mineral	Pérdida de material y desestabilización de roca adyacente		Reforzar la roca en los túneles. Rellenar los túneles con pasta. Conformar adecuadamente las colas en el sitio de depósito y del suelo orgánico.	18 años	Incluir en el presupuesto de la obra el reforzamiento, relleno y colas	Minera San Rafael	Bitácora del avance de la extracción del mineral y del depósito en el sitio de colas	Evitar el colapso de los túneles y deslizamiento del depósito de colas
	Basura administrativa derrame de residuos de hidrocarburos y químicos	Contaminación del suelo	D-68-86	Clasificar, reciclar y operar el relleno sanitario manual; Prevenir los derrames y contar con medidas para recolectarlo		Incluir en el presupuesto la operación del relleno y la prevención y control de los derrames de residuos		Llevar registro fotográfico que muestre que no hay basura tirada ni derrame de residuos en el suelo	Prevenir y evitar la contaminación del suelo
Aguas Superficiales y Subterráneas	Movimiento de tierras, incluye depósito del material y aguas residuales	Contaminación del agua	D-68-86 y AG-236-06	Medidas indicadas anteriormente para el suelo y subsuelo, letrinas portátiles mientras se construye la planta de tratamiento terciario	1 año	Planta de tratamiento de aguas residuales domésticas Q. 1,000,000		Medición de sólidos en el agua en la quebrada y afluentes en el área del proyecto	Prevenir el deterioro de la calidad del agua
	Aguas residuales domésticas y del proceso y derrame de residuos de hidrocarburos y químicos			Construcción, operación y mantenimiento de las dos plantas de tratamiento de aguas residuales del proceso y operación de la planta de tratamiento de aguas negras; Prevenir y controlar los derrames de residuos	18 años	Dos plantas de tratamiento de las aguas de proceso Q. 8,000,000		Llevar registro fotográfico (derrames y remediación), y de la eficiencia de las plantas de tratamiento	Tratar las aguas residuales y prevenir y controlar derrames
	Potencial generador de acidez del material extraído (ABA)			Impermeabilización del fondo, recubrimiento superficial, manejo de la escorrentía y pileta del depósito de colas		Presupuestar Q. 5.000,000 para el tratamiento y pileta del depósito de colas	Resultados de la calidad del agua superficial y subterránea	Prevenir efectos en la calidad del agua	
	Bombeo de agua de los dos pozos y del agua de desagüe de la mina	Abatimiento del nivel freático		Investigación hidrogeológica mostró que no afectará los rendimientos de los pozos mecánicos existentes, ni el acuífero somero; Tanques de sedimentación y planta de tratamiento y pileta de pulimento para el desagüe.		Presupuestar Q. 1.500,000 para tanques sedimentación y pileta de cumplimiento ambiental	Llevar registro de los niveles freáticos y de la calidad del efluente de la pileta de cumplimiento ambiental.	Prevenir efectos en los niveles freáticos y su calidad	

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO ESCOBAL

Variable Ambiental Afectada	Fuente Generadora	Impacto Ambiental	Regulación Ambiental	Medidas Establecidas	Tiempo de ejecución	Costo de las Medidas	Responsable de aplicar las Medidas	Indicador de Desempeño	Síntesis del Compromiso Ambiental
Flora Biótopos Acuáticos y Terrestres	Movimiento de tierras, incluye depósito del material	Pérdida de cobertura arbórea y arbustiva	Ley Forestal	Minimizar corte árboles; Solicitar al INAB la autorización; Cumplir con el compromiso de reforestación y conservar los árboles en los terrenos propiedad de la empresa	1 año y permanente	Q. 1.000,000 reforestación; Q. 300,000 anual para mantenimiento. Total Q. 5,400,000	Minera San Rafael	Número de árboles que pegaron y áreas revegetados y conservadas en forma natural	Reforestar y lograr la revegetación natural y conservar el bosque
	Procesamiento del mineral	Afectación de organismos acuáticos y terrestres	D.68-86	Conservar las áreas con bosques de la propiedad; Regar agua (polvo); Dar mantenimiento a la maquinaria y equipo (ruido); Prohibir hacer leña y caza; Controlar las vibraciones; Tratar las aguas residuales Controlar la erosión	18 años y cierre técnico	Q. 100,000 anual. Total Q. 1,800,000		Monitoreo de la fauna, organismos acuáticos (peces)	Conservar los ecosistemas
Paisaje	Algunas instalaciones y depósito de colas	Afectación del paisaje	D.68-86	Sembrar barreras vivas con árboles de la zona	18 años y cierre técnico	Presupuesto incluido en la reforestación		Establecimiento de barreras vivas	Mitigar la afectación al paisaje
Recursos Culturales e Históricos	Movimiento de tierras, incluye depósito del material	Afectación a los recursos culturales e históricos	IDAEH	El reconocimiento de las áreas a intervenir mostró que no hay vestigios. Supervisión de arqueólogo durante la construcción y por cualquier ampliación	1 año y permanente	Presupuesto por 12 meses de arqueólogo, Total Q 60,000		Registro fotográfico de que no se encontró vestigios	Prevenir afectar el patrimonio cultural
Medio Socioeconómico	Empleo; Demanda de materiales y de servicios; Proyectos comunitarios; Plan de Participación Pública	Ingresos; Desarrollo comunitario	Código Civil; Código de Trabajo; Ley de Minería	Contratar mano de obra local de acuerdo al perfil del trabajo; Apoyar el desarrollo de proyectos comunitarios; Exigir a los trabajadores de fuera de la zona buen comportamiento; Informar a autoridades municipales y comunitarios Pago regalías, impuestos; Regalías a ex propietarios;	18 años	Q. 2.500,000 al año, aporte hacia el apoyo comunitario/1. Total Q. 45.000,000		Nómina de trabajadores; Bitácora de la implementación del Plan de Participación Pública; No hay quejas de comunitarios	Compensación a las comunidades
	Extracción y procesamiento de mineral	Accidentes	Código de Salud	Dar capacitación; Dotar de equipo protección		Incluir en el presupuesto	Registro de accidentes	Prevención de accidentes	
1/ = A la fecha se ha donado alrededor de Q. 8.000,000									
					Total:	Q. 80,000,000			

Seguidamente se hace una descripción más amplia de las medidas de prevención, control, mitigación y compensación a los impactos negativos potenciales al ambiente para las etapas de construcción de las instalaciones y facilidades, explotación y procesamiento del mineral y el cierre técnico. El PGA abarca todas estas etapas a través de dos Programas: El Primero, para prevenir, controlar, mitigar y compensar los Impactos Ambientales en la Superficie, y el Segundo, para prevenir los Efectos Ambientales bajo Tierra, sobre todo de los trabajadores.

A. Programa de Mitigación de los Impactos en Superficie

El Programa consta de varias medidas de mitigación para los distintos factores del ambiente:

A.1 Medidas de Protección a la Calidad del Aire

Las medidas de mitigación sobre la calidad del aire serán principalmente por la emisión de polvo a partir del movimiento de tierras durante el primer año de construcción de las instalaciones y facilidades, por el movimiento de la maquinaria que transportará el mineral al sitio de almacenamiento temporal y luego las colas al sitio de depósito y por la trituración y molienda del mineral. También existirá la emisión de gases provenientes de los motores de combustión del equipo y maquinaria. Para minimizar impactos en la calidad del aire se aplicarán las siguientes medidas:

- i. Utilizar la aspersión de agua para minimizar la dispersión de polvo. Se estima que la utilización de agua por si sola debiera ser suficiente si se realizan múltiples riegos durante un día de trabajo. La empresa deberá llevar un estricto control del polvo en todos los frentes de trabajo;
- ii. Colocar dispositivos para controlar el polvo en las trituradoras y el molino;
- iii. Regular la velocidad de los vehículos para reducir la generación de polvo y prevenir accidentes;
- iv. Disponer de máscaras faciales, cuando el polvo se vuelva un inconveniente o un peligro para la salud de los trabajadores;
- v. Dar el mantenimiento oportuno y adecuado a todos los motores de la maquinaria y equipos, para maximizar la eficiencia en la combustión y minimizar las emisiones de contaminantes a la atmósfera. La empresa

- deberá llevar un control y registro del mantenimiento preventivo del equipo;
- vi. Establecer un cronograma para la operación de los motores con la finalidad de minimizar, en lo posible, el tiempo de operación de las fuentes de emisión;
 - vii. Evitar la exposición de los empleados a la inhalación, ingestión, absorción cutánea o por contacto, de cualquier gas, vapor, humo, polvo o vahos que excedan los niveles de seguridad;
 - viii. Evitar la disposición aleatoria de residuos sólidos para evitar malos olores; y,
 - ix. No quemar los desperdicios, ni ningún residuo sólido en sitios fuera del incinerador.

Las actividades antes indicadas asociadas a la emisión de partículas de polvo y gases serán fundamentalmente importantes, y deberán llevarse a cabo diariamente por la Empresa. Las actividades destinadas a disminuir las emisiones de los motores de combustión interna también deberán ser registradas por la Empresa durante la vigencia del proyecto.

A.2 Medidas para el Control del Ruido y Vibraciones

Las medidas de mitigación a los impactos más importantes sobre los niveles de presión sonora, se relacionan principalmente con el tránsito y operación de la maquinaria y equipo en el proceso, que puede afectar directamente a los trabajadores, ya que las comunidades más cercanas se encuentran alejadas. La ubicación de las instalaciones y facilidades fueron seleccionados alejados de las comunidades que, como se indicó, tienen una barrera física que es la microcuenca. Los niveles de sonido de las detonaciones realizadas a la fecha para la excavación de los portales, han mostrado niveles por debajo de los 96 decibelios a menos de 50 metros de estos. Para prevenir o minimizar los impactos por el incremento de los niveles de presión sonora se deberán de realizar las siguientes medidas:

1. Realizar todo trabajo o actividad de forma tal que se reduzcan los ruidos generados por ellos, especialmente aquellos generados por maquinarias flojas, sueltas o excesivamente desgastadas, correas de transmisión en mal estado y escapes de aire comprimido, así como ruidos innecesarios;

2. Llevar a cabo el mantenimiento preventivo del equipo para evitar ruidos por partes flojas, desgastadas o deterioradas;
3. Contar con sistemas de luces de retroceso en la maquinaria y camiones, que puedan sustituir las alarmas, así como evitar tocar la bocina, en altas horas de la noche.
4. Proporcionar a los trabajadores que estén expuestos al ruido de generadores, compresores u otra maquinaria pesada, protectores de oídos adecuados al nivel de ruido y a los períodos de exposición;
5. Regular la velocidad de los camiones para reducir los niveles de sonido y prevenir accidentes de tránsito;
6. Prohibir tocar innecesariamente la bocina; y,
7. Evitar o minimizar la realización de actividades ruidosas durante la noche.

Las actividades antes señaladas asociadas al aumento de la presión sonora serán importantes para los trabajadores, por lo que deberán ser llevadas a cabo diariamente por la Empresa. Se deberá llevar un reporte de las mediciones diarias de los niveles de sonido en las áreas indicadas anteriormente, y en aquellos sitios donde los niveles sean mayores a los 85 decibelios, los trabajadores deberán de utilizar dispositivos todo el tiempo para reducir el ruido.

En relación a las vibraciones, que aunque se generarán sobre todo por las detonaciones dentro de los túneles, y que a la fecha no han sido perceptibles en ninguna de las comunidades. La medida de control será el registro permanente de la velocidad y frecuencia de las mismas en los sitios medidos en el presente estudio de EIA. Mantener el monitoreo y mientras las vibraciones del monitoreo no excedan la norma del USBM, no se tomará ninguna acción. Si se llegan a detectar vibraciones por encima de la norma, entonces realizar inspecciones en casas cercanas, y tomar las medidas necesarias para bajar los mismos. La medida de prevención, una vez se constate que las detonaciones pudiesen afectar a comunitarios y sus casas, sería disminuir la secuencia y las cargas.

En síntesis, la Empresa está muy consciente de la relevancia de las actividades antes señaladas asociadas a vibraciones y su posible afectación a pobladores. La Empresa adquirió 4 equipos para registrar velocidades y frecuencia generadas por las detonaciones (pendiente de recibirse e instalarse), para llevar un reporte de las mediciones con la frecuencia que sea necesario.

A.3 Manejo de la Erosión y Control de Sedimentos

Un componente importante durante los 21 años que durarán las actividades del proyecto, serán las medidas de prevención y control de la erosión y sedimentación. La implementación de las mejores prácticas de manejo en el control de la erosión y la sedimentación serán parte fundamental de la protección de los recursos suelo, agua y aire. El buen control de la erosión y la sedimentación contribuirá al mantenimiento de la calidad de los suelos, a disminuir el impacto sobre los recursos hídricos superficiales de la microcuenca de la quebrada Escobal y el río El Dorado y a minimizar el impacto del polvo fugitivo sobre la calidad del aire en las comunidades circunvecinas.

Con el fin de implementar de manera ordenada y efectiva las mejores prácticas de manejo en el control de la erosión, se preparó un Plan de Control de la Erosión y la Sedimentación aquí presentado. Este plan será aplicable a todo el sitio y deberá ser cumplido tanto por la empresa como por los contratistas, a lo largo de toda la vida del Proyecto. Aun cuando todos los planes específicos de manejo presentados en este capítulo tienen un objetivo en común, que es la protección del medio ambiente, el Plan de Control de la Erosión y la Sedimentación está muy ligado con el plan de manejo de aguas naturales y de proceso y con el plan de recuperación y cierre técnico.

Los objetivos del Plan de Control de la Erosión y la Sedimentación son los siguientes:

- La protección del recurso suelo.
- La protección del recurso hídrico.
- La disminución de la contaminación del aire por polvo fugitivo.
- La incorporación de las mejores prácticas de manejo para el control de la escorrentía, la disminución de la erosión y la sedimentación de cauces naturales.

A.3.1 Descripción de las Mejores Prácticas de Manejo

En esta sección se describen en términos generales, las Mejores Prácticas de Manejo diseñadas para el control de la erosión y reducción de la sedimentación asociadas al impacto de la lluvia, la escorrentía y el viento. Estas prácticas deberán ser implementadas a lo largo de toda la vida del proyecto. Las mejores prácticas se utilizarán desde el inicio de la construcción de las instalaciones, el despeje del

terreno y los movimientos de tierra, para reducir al mínimo la erosión provocada por el viento y el agua.

Las mejores prácticas de manejo pueden ser estructurales o vegetativas. Las estructurales incluyen barreras o retenes de limos, barreras de pacas, canales de derivación, presas de sedimentación, empedrados y sedimentadores. Los retenes de limos, son barreras verticales de geotextil diseñadas para atrapar sedimentos de tamaño arena y limo y se colocan como circulación alrededor de depósitos de material erosionable. Las barreras de pacas son formadas por fardos o pacas de paja, usadas para interceptar el sedimento a lo largo de cunetas y canales menores provenientes de sitios perturbados. Los canales de derivación se pueden utilizar tanto para evitar que la escorrentía entre en contacto con un área perturbada, como para derivar la escorrentía con sedimentos hacia las presas de sedimentación. Las presas de sedimentación son estructuras de piedra o de fardos, pequeñas, temporales construidas a lo largo de canales de derivación para reducir la velocidad de los flujos de aguas pluviales, reduciendo así la erosión a lo largo de la zanja o canal. Los empedrados son cubiertos de roca o grava que se utilizan, por lo general, en los caminos, canalizaciones mayores y áreas de estacionamiento de vehículos.

Las prácticas vegetativas incluyen el uso de vegetación o cubiertas orgánicas para cubrir los suelos con el fin de reducir el potencial de la erosión causada por el viento y el agua. La promoción de la vegetación sobre áreas perturbadas estabiliza el suelo, reduce la erosión y la sedimentación, y elimina problemas relacionados con el lodo y el polvo. Sin embargo, el restablecimiento de una cubierta vegetativa puede tomar un tiempo por lo que se deberá recurrir en los sitios más propensos a la erosión, a la colocación de cubiertas de control de erosión.

Inmediatamente después de las actividades de construcción tales como movimientos de tierra, se deben utilizar cubiertas orgánicas o mantas orgánicas o degradables de control de erosión para cubrir áreas como taludes de corte y relleno, depósitos de suelo orgánico y los taludes externos del depósito de colas secas. La cubierta orgánica (mulch, en inglés) puede incluir astillas de madera, ramas/cortezas trituradas o paja. Las mantas de control de erosión o cubiertas orgánicas para el control de erosión son efectivas en sitios severamente perturbados o taludes extremadamente empinados, como taludes y cortes de caminos. Las mantas de control de erosión pueden ser de paja entretejida, de fibra de coco o polipropileno fotodegradable.

A continuación se describen las acciones que se recomiendan para la disminución del impacto ambiental que podría originarse de la erosión y la sedimentación excesiva. Estas acciones se aplicarán en todas las áreas del Proyecto que presenten movimiento de tierras:

- **Intervención mínima:** La mejor herramienta para el control de la erosión es la intervención mínima del suelo y la menor remoción de vegetación. Por lo que todas las actividades de construcción serán diseñadas para tener un impacto mínimo sobre el suelo y la vegetación.
- **Planificación de la temporada y horario de la construcción:** La erosión del suelo también puede reducirse al mínimo programando la construcción durante la estación seca, cuando fuera factible. Si se realizan labores de construcción durante la época de lluvias, los movimientos de tierra se programarán para las primeras horas de la mañana, evitando realizar trabajos durante lluvias intensas.
- **Control de la erosión en la fuente:** El control de sedimentos en las áreas perturbadas y en los canales de derivación, se logrará mediante la aplicación de las mejores prácticas de manejo en las diversas fuentes potenciales de sedimentos. Dadas las condiciones climáticas en el sitio, este enfoque ofrece una mejor alternativa al control mediante presas de sedimentación, las cuales presentan dificultades de manejo. Estas prácticas consistirán en barreras de limos, filtros o retenes de pacas, diques de piedra, retenes de malla u otros métodos efectivos. Antes de que se inicie la estación lluviosa, todas las áreas de construcción se rodearán con retenes de malla. Todos los puntos de confluencia de flujos y todos los puntos de descarga incluirán sedimentadores y presas de sedimentación.
- **Conducción de aguas de escorrentía fuera de los sitios de perturbación:** Se colocarán canales y/o bermas, en tanto sea apropiado, para canalizar la escorrentía de aguas pluviales desde las áreas no perturbadas, lejos de las áreas perturbadas, al igual que para reducir la potencial escorrentía de sedimentación. Estas instalaciones se inspeccionarán con regularidad y se repararán o modificarán según sea necesario para mantener un rendimiento adecuado.

- Recuperación concurrente y revegetación: Tal y como se indicó anteriormente, tan pronto como sea posible, se iniciarán las labores de recuperación y revegetación de los sitios perturbados. En los lugares con mayor propensión a la erosión se colocarán mantas de control de erosión y se dispersarán semillas de gramíneas u otras especies herbáceas locales para establecer una cubierta de vegetación.

Los puntos anteriores describen las mejores prácticas de manejo que se deberán implementar durante la construcción, operación y cierre del Proyecto, en toda su extensión. Sin embargo, existen algunos sitios del Proyecto que por su naturaleza requieren de un manejo especial. Estos sitios son:

- Las escombreras cercanas a los portales;
- El depósito de escombreras y colas secas;
- Los depósitos de suelos orgánicos;
- Canales de derivación y cauces naturales; y,
- Caminos.

El manejo para el control de erosión de estos sitios se describe a continuación.

Escombreras y Plataformas en el Sector de los Portales:

Estas áreas deberán ser construidas con las estructuras para el control adecuado del drenaje del agua de lluvia que consistirán en:

- La capa de suelo orgánico a ser removida debe guardarse para su uso futuro a la hora del cierre técnico. La pila de suelo orgánico tiene que ser protegida de la escorrentía mediante la colocación de barreras de retención de limos (silt fences), tal y como se describirá más adelante.
- Las plataformas de estas áreas tienen que tener una pendiente adecuada como la presentada en el plano 58/69 del Anexo 4, para estimular el drenaje hacia los sitios previamente establecidos;
- A las estructuras de control de sedimentos de estas áreas se les dará mantenimiento, se inspeccionarán después de lluvias intensas y se limpiarán cuando fuese necesario;
- El paso del agua de escorrentía desde arriba de la microcuenca El Escobal, que no haya sido afectada, será desviada fuera de o en dirección contraria a estas áreas; y

- El material excavado proveniente de los túneles será colocado como relleno compacto en la escombrera; ver plano 56/69 en Anexo 4.

Para el adecuado manejo de los sitios de las escombreras, se deberán de realizar adicionalmente las siguientes medidas:

- Las áreas en donde se dispondrá de los escombros extraídos de los túneles, en su mayor parte serán zonas ya intervenidas, de tal manera que al final del uso de los mismos se recuperarán con la revegetación natural del lugar, de modo que se reconstituirán las condiciones anteriormente existentes.
- Se dejarán los taludes con pendiente similar a la existente, debido a que estos se encuentran en zonas semiplanas. Los taludes no podrán superar el 35% de pendiente, en caso contrario, se utilizará un sistema de estabilización de taludes.
- Para asegurar que no existan hundimientos, los materiales que se ubiquen en las áreas de depósito se colocarán en capas no mayores de 30 centímetros, para compactarlos con el peso propio de un tractor D-6 o D-8. La maquinaria que transportará el material, lo dejará en la zona de descarga y el tractor se dedicará a colocarlo de manera que cumpla con la especificación de ancho, y en las orillas se le dará la pendiente del talud.
- Al finalizar la excavación de los túneles o cuando se finalice algún sector del área de depósito, el material deberá ser recubierto con suelo orgánico con un espesor mínimo de 20 centímetros y se revegetará lo antes posible.
- Se ubicarán estructuras temporales en las áreas de depósito para evitar el paso de trabajadores, para que los conductores de la maquinaria tengan acceso a los sitios de disposición del material de una forma controlada y segura.
- No se podrá depositar ningún tipo de material que no sea producto de las excavaciones de los túneles y del camino en los sitios de disposición. Estará estrictamente prohibido ubicar residuos de productos derivados de petróleo ni otros tipos de desechos.

- Se realizara un riego periódico, especialmente en la época seca, en los sitios de disposición del material excavado de los túneles y todas las áreas intervenidas.

Depósito de Colas Secas:

El depósito de colas secas se irá construyendo conforme avance la operación minera y abarcará hacia el final de la vida del Proyecto unas 21.5 hectáreas. Este depósito, hacia el año 18 de operaciones, contendrá unos 4.7 millones de m³ de material limo-arenoso. Por tratarse de un depósito de grano fino, este es susceptible a la erosión hídrica y eólica. La erosión de este material podría traer un impacto negativo sobre los cauces y el agua del río El Dorado. La sedimentación proveniente del área del depósito de colas secas se controlará de la siguiente manera:

- Derivación de las aguas pendiente arriba del depósito, Se construirán canales de derivación aguas arriba del depósito de colas. Conforme el depósito se extienda, se construirán nuevos canales de derivación ver plano 56/69 Anexo 4.
- Evacuación del agua depositada aguas arriba de las colas mediante una tubería interna al depósito ver plano 56/69 Anexo 4.
- Las colas se colocarán en capas de 30 cm de espesor y se compactarán y conformarán para evitar hundimientos y minimizar la erosión hídrica y eólica.
- Colocación de una cubierta plástica no permanente. Se colocará una cubierta removible de plástico sobre el depósito de colas, lo que disminuirá la erosión de la superficie del depósito y la infiltración dentro de la pila. Esto favorecerá la integridad del depósito y disminuirá la sedimentación del agua que discurra sobre su superficie.
- Revegetación concurrente. Conforme se vayan depositando las colas, se colocará una capa de suelo orgánico en los taludes de cada levante y se procederá a la revegetación.
- Conducción del agua de contacto hacia una pileta de aguas de contacto.

Depósitos de Suelo Orgánico:

Durante la fase de construcción y durante la colocación del depósito de colas, se removerá suelo orgánico, el cual será almacenado en depósitos para ese fin. Debido a la pérdida de estructura y de textura durante su remoción, traslado y depósito en el sitio de almacenamiento, el suelo pierde algunas características importantes que inciden en su fertilidad. Un almacenamiento inadecuado podría ocasionar además de pérdidas adicionales de su fertilidad, la pérdida por erosión de un recurso valioso para

la recuperación concurrente y final de la mina. Uno de los puntos más relevantes en este sentido es entender que el suelo es un ecosistema y que el mantenimiento de la materia orgánica, la capacidad de retención de agua, la aireación, la actividad microbiana es importante para mantener la fertilidad del suelo y su utilidad posterior.

Por tales razones se dan las siguientes recomendaciones para su manejo:

- En la medida de lo posible, los depósitos de suelo orgánico no deben exceder los 3 metros de altura.
- Los depósitos de suelo no se deben compactar con maquinaria para mantener su aireación y densidad.
- Los depósitos de suelo deberán ser protegidos de la erosión hídrica y eólica, mediante la implementación de las mejores prácticas de manejo, arriba descritas.
- Se deberá llevar un registro de la fecha de almacenamiento de los diferentes sectores del suelo. Esta fecha se debe tomar en cuenta al momento de recolocar el suelo durante la recuperación concurrente. Los suelos que tengan más tiempo de almacenamiento requerirán de mayores prácticas agronómicas para recobrar su fertilidad.
- En la medida de lo posible, el suelo se almacenará el menor tiempo posible, reubicándose cuanto antes en los sitios de recuperación y revegetación.

Control de Erosión en Canales y Cursos de Agua Naturales:

Se construirán canales de derivación en varios sectores del Proyecto, cuyo objeto es mantener fuera de la operación y evitar la contaminación por contacto de aguas de escorrentía. Estas serán derivadas fuera de la zona del Proyecto hacia los cauces naturales. Por otra parte, el desagüe de la mina subterránea y los efluentes del proceso industrial, una vez tratados y que cumplan con la normativa nacional e internacional, se descargarán en el río El Dorado.

Se recomienda que tanto los canales de derivación como algunos tramos de la quebrada El Escobal, como el sitio de descarga de la mina subterránea y efluentes industriales en el río El Dorado, sean protegidos contra la erosión mediante colocación de empedrados (rip-rap, en inglés) u otros sistemas de control de erosión.

Por otro lado, se deberá mantener vigilancia sobre la cantidad y propiedades químicas y físicas del sedimento de los cauces naturales, tanto en El Escobal como en El

Dorado. En caso de notarse un incremento en la sedimentación se deberá identificar la causa y eliminarla, limpiando a la vez los cauces del exceso de sedimento.

Mantenimiento de Caminos:

Durante la etapa de exploración de túneles se construirá un camino de 2.2 kilómetros que cuenta con control adecuado del drenaje superficial del agua lluvia, como:

- El camino se diseñó procurando estar lo más retirado de la quebrada Escobal;
- La mayor parte del camino y el puente se construyó durante la época seca;
- El camino de acceso será balastado y tiene 6 metros de ancho;
- El camino tiene una pendiente del 2% hacia ambos lados para el drenaje adecuado del agua de escorrentía hacia las cunetas;
- Se construyen cunetas a la orilla del camino de 0.20 metros por 0.25 metros;
- Se construye una caja de sedimentación cada 50 metros;

Durante la construcción y operación del Proyecto Escobal, será necesario realizar obras de mantenimiento en el camino de acceso, con la finalidad de disminuir la erosión de taludes y drenajes. Las medidas a realizar son las siguientes:

- A las cunetas y cajas de sedimentación se les dará mantenimiento y se supervisará después de cada lluvia intensa y se limpiarán cuando sea necesario.
- Se realizará un riego periódico, especialmente en la época seca, en la rasante del camino.
- Implementación de las mejores prácticas de manejo incluyendo la revegetación en los taludes del camino.

A.4 Protección de la Calidad del Agua y Control de su Cantidad

Las medidas de control de la erosión y el transporte de sedimentos hacia la quebrada El Escobal y el río El Dorado descritas en el inciso anterior, prevendrán el deterioro de su calidad durante los veintidós años que durará el proyecto, sobre todo en la época de lluvias. Las letrinas portátiles al inicio y la planta de tratamiento de residuos líquidos evitarán el fecalismo al aire libre y la contaminación del agua. También la prevención de la contaminación de las aguas y el suelo a causa del derrame de

combustibles y lubricantes, será una medida de protección; en el inciso 14.1.4 del capítulo 14, se amplían las medidas de prevención, control y recuperación de derrames.

Muestras del material extraído de la explotación serán analizadas para determinar su potencial generador de acidez. Como se ha indicado, de las muestras analizadas sólo una mostró dicho potencial. Sin embargo, la Empresa consciente de la preocupación de los pobladores de que la calidad del agua que consumen pueda ser contaminada, realizará los análisis que sean necesarios del material a extraer para confirmar la presencia o no del potencial generador de acidez utilizando la prueba de pH en pasta. De confirmarse, el material extraído será confinado en un sitio adecuadamente seleccionado.

El estudio hidrogeológico indicó que la perforación de dos pozos mecánicos con un rendimiento de 28 gpm y del agua de desagüe (255 gpm), no afectaría a los pozos mecánicos existentes de la zona. Sin embargo, la Empresa monitoreará a través de pozos de observación, la variación de los niveles freáticos así como la calidad del agua subterránea.

El confirmar la calidad del agua de la quebrada El Escobal y de los ríos El Dorado, San Rafael, Tapalapa, requerirá que se continúe la campaña de muestreo trimestral que se viene realizando desde el 2008, e incluir ahora la de los pozos de observación, lo que permitirá hacer propuestas para minimizar las perturbaciones, cuando se detecten cambios significativos.

A.4.1 Plan de manejo de aguas naturales y de proceso

El Proyecto Minero Escobal está diseñado para garantizar el uso eficiente del recurso hídrico. La eficiencia en el uso del agua se basa en un diseño del proceso que permite el reciclaje de soluciones en un circuito cerrado, el uso eco eficiente de los insumos químicos, la capacitación del personal, la minimización de la cantidad de agua natural que entre en contacto con el proceso minero, la capacidad adecuada de almacenamiento de aguas de contacto no tratadas y un sistema de tratamiento de aguas que permitirá descargar, cuando sea necesario, aguas al medio ambiente cumpliendo con la normativa guatemalteca e internacional (BM).

En esta sección se hace una descripción del manejo del agua natural y de proceso en el Proyecto. Se indican los requerimientos de agua de todo el Proyecto así como el manejo en las diferentes secciones del mismo. Para mayores detalles en cuanto a los sistemas de almacenamiento y conducción del agua, referirse al capítulo 5 sección 5.7.1, “Abastecimiento de Agua”.

Requerimiento de agua del proyecto

Como se ha indicado anteriormente, el Proyecto Minero Escobal consta de tres etapas: construcción, operación y cierre técnico ambiental. Cada una de estas etapas tiene distintos requerimientos de agua.

Durante la etapa constructiva, se requerirá agua para el control del polvo, para el consumo e higiene del personal de construcción y para la preparación y fraguado del concreto de las diferentes estructuras constructivas. También se requerirá agua para la perforación de voladuras en los túneles, pero este requerimiento ya fue evaluado en el EIA para túneles de exploración.

Para la puesta en marcha del proceso extractivo se requerirá de unos 5000 m³ de agua. Una vez llenado el sistema y puesto en marcha, se requerirá de un flujo aproximado de 200 galones por minuto (756 litros por minuto) para compensar por el agua que se consume, ya sea porque se utiliza para la preparación de la mezcla del relleno en pasta, porque se evapora tanto en piletas como en sellos de agua, porque queda atrapada en los poros de las colas y concentrados y porque es consumida por el personal de la empresa.

La operación del Proyecto requerirá de agua para las siguientes actividades:

- Perforación en la mina subterránea;
- Proceso de trituración y molienda;
- Sellos de agua para equipos electromecánicos;
- El proceso metalúrgico de flotación;
- Planta de producción de colas en pasta para relleno;
- Lavado y mantenimiento de equipos;
- Revegetación y recuperación concurrente;
- Sistema de control del polvo;
- Sistema de hidrantes;
- Consumo e higiene del personal.

Durante la etapa de cierre, el requerimiento de agua estará enfocado en el consumo e higiene del personal encargado del proceso de cierre así como en los requerimientos de agua de las plantas de tratamiento de agua y la revegetación final.

Suministro de agua

Durante la construcción, el suministro de agua provendrá de dos pozos profundos, perforados por la empresa. Estos pozos tienen la capacidad de suministrar hasta 110 gpm (7 l/s) de agua sin afectar negativamente el suministro de agua de otros usuarios. Sin embargo, estos pozos se bombearán a un caudal de 28 gpm (1.76 l/s) lo cual será suficiente para suplir las necesidades del proceso constructivo.

Como se indicó anteriormente, durante la operación se requerirá de un flujo de 200 gpm (756 l/m) para mantener el proceso en operación. Para este fin se consideraron dos fuentes de abastecimiento de agua:

- i. Agua subterránea, que provendrá de dos pozos que proporcionarán alrededor de 28 galones por minuto (106 litros por minuto) y del bombeo de achique de las labores subterráneas, estimado en promedio de 255 galones por minuto (965 litros por minuto) cuando las labores subterráneas se localicen por debajo del nivel freático. Por lo tanto, esta fuente está en la capacidad de proporcionar 283 galones por minuto (1071 litros por segundo).
- ii. El agua de lluvia que tenga contacto con las áreas de procesamiento y del depósito de colas, será conducida y almacenada en dos lagunas o piletas de almacenamiento. Se estima que durante la época lluviosa, la precipitación captada en diferentes piletas podría promediar unos 160 gpm (600 litros por minuto).

Los estudios hidrogeológicos realizados por Global Resources Engineering Ltd. (GRE), indican que en el área del proyecto existen dos acuíferos, uno aluvional superficial y otro más profundo en la Formación denominada Capas Rojas. Debido a que algunos pobladores se abastecen de pozos superficiales, la Empresa ha evitado el uso de este recurso y ha desarrollado como fuente de agua el acuífero profundo, por medio de dos pozos y eventualmente captando el agua proveniente de las labores subterráneas.

Los estudios de GRE indican que hay una separación hidráulica entre ambos acuíferos por lo que la utilización del acuífero profundo no tendría mayor impacto sobre los usos

del acuífero superficial actuales de la población. GRE desarrolló un modelo del desagüe de la mina subterránea estimando en 18 l/s (285 gpm) para el primer año y un valor cercano a 15 l/s (238 gpm) para el resto de la operación subterránea.

La segunda fuente de agua sería la precipitación que entrase en contacto ya sea con el sitio del depósito de colas secas o con el área donde estará la planta de proceso. Se construirán dos piletas para el almacenamiento de agua de lluvia, una con una capacidad para 65,000 m³ para captar la escorrentía proveniente del depósito de colas secas y de algunas escombreras y la segunda con una capacidad de 18,000 m³ para captar el agua que discurra por techos y plataformas de la planta de proceso. Tomando en cuenta las pérdidas por evaporación, las piletas de captación de agua de lluvia impactada podrían proporcionar flujos al proceso de 106 gpm y de 23 gpm, respectivamente hacia el proceso.

Cabe mencionar que el sitio de colas secas será parcialmente recubierto con material plástico para minimizar la infiltración en el apilamiento, mientras se realice la revegetación del mismo. El resto de la escorrentía superficial, que no entre en contacto con instalaciones del Proyecto, será derivada fuera del área del Proyecto hacia los cursos naturales de agua, por medio de cunetas y canales diseñados para tal fin.

Durante la etapa de cierre técnico, se continuará recurriendo a los pozos para el suministro de agua de consumo humano. El agua requerida para el control del polvo y para el riego de la revegetación provendrá del agua de lluvia acumulada en las piletas de agua de contacto, previa verificación de su calidad. Conforme el proceso de cierre avance, el agua de achique de los pozos será cada vez menor, y una vez recuperadas y cerradas las labores subterráneas, el nivel freático volverá a su nivel original, inundándose cualquier galería o túnel que quede sin relleno de colas en pasta. Por tal razón, el agua subterránea proveniente de estos sitios ya no estará disponible para su uso.

En resumen, se considera que existe suficiente disponibilidad de agua para abarcar las necesidades del Proyecto durante las diferentes etapas, sin afectar a los vecinos y a otros usuarios del recurso y sin impactar significativamente las aguas superficiales naturales. Además, en la medida de lo posible, para el proceso se recurrirá al agua de precipitación y de achique, manteniendo el agua de los dos pozos solo para el suministro de agua para abastecimiento humano.

Manejo ambiental del agua en el proyecto

A continuación se describe el manejo ambiental del agua que se utilizará en el Proyecto Escobal en cada uno de sus componentes. El objetivo principal del manejo es la protección del recurso hídrico, tanto superficial como subterráneo a través su utilización eficiente, evitando a la vez impactos negativos sobre los usos potenciales de terceras personas.

El manejo eficiente del recurso hídrico parte del balance de agua del Proyecto. Este está ampliamente descrito en el capítulo 5, Descripción del Proyecto, Particularmente, en el Cuadro 5-17 se presenta el resumen del balance general de agua para época seca y lluviosa, teniéndose un consumo total de 199 gpm durante la época lluviosa y 202 gpm durante la época seca. En la Figura 5-18 y Figura 5-19 se presenta el balance general de agua para el Proyecto en época seca y lluviosa, respectivamente.

Manejo del agua de achique del subterráneo

Los diferentes modelos hidrogeológicos realizados para el proyecto, indican que a partir del primer año de producción será necesario bombear agua desde los túneles y galerías de producción hacia la superficie en un caudal aproximado de 255 galones por minuto. La extracción de esta cantidad de agua es un procedimiento necesario para mantener las obras secas y para la seguridad de la operación.

Una parte del agua subterránea que drenará del acuífero profundo hacia las labores subterráneas, será empleada en las labores de perforación para voladuras y exploración. Esta parte se estima en un flujo de 50 gpm.

Los análisis estudios de calidad del agua subterránea del acuífero profundo indican que su calidad es buena y podría ser descargada al medio ambiente con un tratamiento mínimo para remover algunos sólidos suspendidos. Sin embargo, antes de su descarga al medio, se deberá verificar su calidad y el cumplimiento con normativas de descargas de Guatemala e internacional (BM).

Parte de esta agua proveniente del subterráneo podría ser utilizada en el proceso productivo de concentrados. Para este fin, el agua necesaria se enviaría hacia la planta de tratamiento donde se removerían los sólidos disueltos y las trazas de metales disueltos. Una vez verificada su calidad, el agua proveniente de los túneles podría:

- Enviarse al tanque de agua fresca, desde donde se utilizaría como agua de sellos para riego o para el control de polvo en la época seca.

- Enviarse a la pileta de proceso para ser utilizada en la molienda, en el circuito de flotación o en la planta de relleno de colas.
- Descargarse al medio ambiente una vez verificada su calidad en la laguna de cumplimiento ambiental.

Para disminuir la posibilidad de contaminar el agua subterránea proveniente de los túneles, se deberá implementar las medidas de manejo siguientes:

- Darle el mantenimiento preventivo requerido a todos los equipos móviles y estacionarios que utilicen derivados de petróleo.
- Todos los equipos móviles deberán contar con material para control de derrames de derivados de petróleo por fugas.
- Implementar un manejo adecuado de los desechos sólidos dentro de las labores subterráneas.
- Evitar derrames de ANFO y otros materiales considerados peligrosos o contaminantes.
- Limpiar derrames de materiales contaminantes lo más pronto posible.
- En la medida de lo posible mantener la superficie de trabajo con la menor cantidad de lodo.
- Mantener los sumideros y recolectores de agua, limpios de contaminación.

Manejo del agua en el depósito de colas secas

El depósito de colas secas abarcará hacia el final de la vida del Proyecto unas 21.5 hectáreas. Este depósito hacia el año 18 de operaciones contendrá unos 4.7 millones de m³ de material limo-arenoso. Por tratarse de un depósito de grano fino, este es susceptible a la erosión hídrica y eólica. La erosión de este material podría traer un impacto negativo sobre los cauces y el agua sobre el río El Dorado. Por otra parte, las colas podrían contener en el agua de poro, trazas de cianuro y otros residuos del proceso de flotación, además de contenidos menores de sulfuros de plomo y zinc.

Para un manejo ambiental óptimo, el depósito de cola deberá ser revegetado de manera concurrente durante su construcción. Para ello se colocará una capa de suelo orgánico y se procederá a la siembra con semillas locales. La rápida revegetación disminuirá al mínimo la erosión tanto hídrica como eólica, y favorecerá el manejo adecuado de la esorrentía.

El manejo del agua de escorrentía del depósito de colas es fundamental para el buen funcionamiento del mismo y para captar agua para el proceso industrial, tal y como se describió anteriormente. Por tal razón, mientras se establece la vegetación, se colocará sobre el depósito un recubrimiento plástico cuyos objetivos son:

- i. Disminuir el contacto del agua de lluvia con el depósito, protegiéndolo de la erosión;
- ii. Minimizar la infiltración; y,
- iii. Dirigir el agua hacia canales de derivación lo más limpia posible.

Como ha sido descrito anteriormente, la escorrentía proveniente del depósito de colas, aun la que escurrirá por el recubrimiento plástico se considerará agua en contacto con una instalación de proceso (agua de contacto). Debido a que esta agua podría eventualmente presentar algún grado de contaminación ambiental, la misma no se puede liberar al medio ambiente sin verificar su calidad. Por tal razón, esta agua será almacenada en una laguna o pileta de 65,000 m³ de capacidad denominada pileta de área de escombros y colas. La capacidad de esta pileta fue calculada con base en los estudios hídricos realizados por la empresa Rivering S. A. (Ing. Julio Masís (Anexo 6), quien recomendó tomando en cuenta el área de captación y un mínimo de 17,000 m³. Sin embargo, en vista de los requerimientos de agua del proceso, la pileta se sobredimensionó para acumular más agua durante el período lluvioso y que será usada durante la época seca.

El agua de lluvia acumulada en esta pileta será utilizada en el proceso industrial, previa verificación de su calidad, será descargada al medio ambiente. Se ha estimado que esta pileta podría proporcionar al proceso con unos 106 gpm, descontando la cantidad de agua evaporada en la pileta.

En resumen, se construirán canales de derivación para mantener la escorrentía fuera del área del depósito de colas. El agua de lluvia que caiga directamente sobre el depósito de colas será catalogada como agua de contacto y será captada en una pileta de 65,000 m³, para ser utilizada en el proceso. En esta pileta se captará también el agua que se infiltre en las colas por medio de un drenaje interno al depósito. En caso de que llegara a existir un exceso de agua en este sistema, el agua será tratada y enviada a la laguna de cumplimiento ambiental, desde donde podría descargarse al medio ambiente previa verificación de su calidad y el cumplimiento con normativa guatemalteca.

Manejo del Agua en el Circuito de Molienda y Flotación

El circuito de molienda y flotación requiere de un flujo de agua de 1,900 gpm. Tanto la molienda como la flotación están diseñadas para recircular el agua de proceso. El circuito contempla una planta de tratamiento para la reducción de los metales disueltos y una pileta de almacenamiento de agua, denominada Pileta de Agua de Proceso de 6,500 m³ de capacidad. En condiciones normales de operación, unos 380 gpm son enviados de la planta de proceso hacia la planta de tratamiento de reducción de metales.

Aun cuando la molienda y la flotación forman un circuito denominado circuito de agua de proceso, parte del agua es consumida durante la producción de concentrados. Así pues, una parte del agua del circuito queda atrapada en los poros de las colas y concentrados (100 gpm) y otra parte se utiliza en la producción de colas en pasta para el relleno de los subterráneos (33 gpm). Por tal razón, el circuito de molienda y flotación requerirá de un aporte de agua fresca de unos 133 gpm.

El manejo ambiental del agua en el circuito de molienda y flotación está basado principalmente en la ecoeficiencia, que permitirá minimizar la cantidad de insumos y reactivos químicos utilizados en el proceso, disminuir los costos de tratamiento, y recircular de manera más eficiente el agua del sistema. Anualmente se realizarán auditorías internas orientadas a detectar oportunidades de mejoras en la eficiencia de la producción y la disminución de la contaminación del agua mediante el uso eficiente de productos químicos, del agua y de la energía del proceso. Los resultados y recomendaciones de estas auditorías serán implementados gradualmente.

Por su diseño, en teoría este sistema de molienda y flotación podría manejarse sin descargas de agua al medio ambiente, requiriendo más bien de unos 133 gpm de agua adicional para compensar por el agua de poro y la planta de relleno. Sin embargo, si durante la época lluviosa se acumulase un exceso de agua en la Pileta de Agua de Proceso, se procedería a enviar agua a la planta de tratamiento de destrucción de cianuro y remoción de metales, desde donde se enviaría el agua a la laguna de cumplimiento ambiental. En esta pileta y previa comprobación de su calidad y cumplimiento de normativas de descarga, el agua se enviaría vía tubería hasta el río El Dorado, donde se descargaría el efluente.

Por último, es importante indicar que el proceso utilizará fundamentalmente agua de lluvia, captada durante la época lluviosa en la pileta del sector del depósito de colas

(65,000 m³ de capacidad) y del agua de contacto captada en la pileta de agua impactada del sector de la planta de proceso (17,000 m³ de capacidad).

Manejo del Agua en Otras Instalaciones y Procesos

Aparte del proceso minero-metalúrgico, existen otros procesos e instalaciones industriales que requieren de suministro de agua. Estos son: el sistema de agua para sellos, los talleres de servicio y mantenimiento de equipos y el sistema de hidrantes. En secciones separadas se describirá el manejo ambiental del agua que se usará para el riego de la revegetación y el control del polvo y la que se usará para consumo humano.

Agua de Sellos

Algunos equipos electromecánicos del proceso de molienda y flotación, requieren de agua para formar sellos que eviten la entrada de aire en sus bombas. El agua destinada para este fin se denomina Agua de Sellos. El agua de sellos se consumirá a razón de 31 gpm durante la operación. Su consumo se debe principalmente a la evaporación.

El agua de sellos se tomará de agua de achique de la mina subterránea o del agua de lluvia acumulada en las piletas de proceso. Como requisito esta agua deberá ser limpia de lodos y de materiales corrosivos.

Este sistema en particular no requiere de ningún manejo ambiental particular ya que el agua se consume por evaporación salvo en caso de fugas que generen desperdicios de agua.

Talleres de mantenimiento

En los talleres de mantenimiento se usará agua para el lavado de vehículos previo a su mantenimiento. Esta agua provendrá del tanque de agua fresca, el cual será llenado con agua limpia proveniente de las labores subterráneas o del agua de lluvia captada.

El Proyecto contará con un sitio dedicado para el lavado de equipos de minería. La instalación será una plataforma abierta de lavado con un sistema de acceso unilateral y pistolas de alta presión. La plataforma será de concreto y tendrá capacidad para el lavado de un vehículo de minería a la vez. Contará con un sistema de contención adecuado de manera que las aguas con aceite y grasa no descarguen directamente al ambiente sino que a un tanque recolector. Además otras áreas incluyendo un área de

segregación para remover lodos, un separador de aceites y agua, equipos mecánicos asociados para el lavado de vehículos grandes y filtro de agua sucias.

El manejo de los lodos residuales del proceso de lavado está incluido en la sección de manejo de desechos sólidos. Las aguas resultantes del lavado serán enviadas a la planta de tratamiento.

Existen algunas recomendaciones para el manejo adecuado del agua en los sitios de lavado de equipos pesados:

- Lavar los vehículos y equipos solo en sitios dispuestos para este fin. Este sitio deberá estar adecuadamente identificado y contar con canales de recolección de agua dirigido hacia una pileta de sedimentación y de separación de grasas o “skimmer”.
- El sitio de lavado será techado.
- En el sitio de lavado debe de haber un basurero grande.
- La persona encargada del lavado, estará adecuadamente entrenada por su supervisor en el uso eficiente del agua.
- Ninguna persona no autorizada utilizará los equipos de lavado.
- Antes de proceder al lavado, remover la suciedad que se pueda, incluyendo grasas usadas, en seco.
- Las mangueras de lavado deben de estar libres de fugas de agua. Reparar las mangueras cuando estas presenten fugas.
- Los equipos de lavado deben contar con válvulas o llaves de cierre y boquillas reguladoras de la presión. No abrir las válvulas hasta el momento del lavado.
- Contemplar la opción de boquillas con cierre automático, de modo que estas se cierren solas cuando el equipo de lavado no esté en uso.
- Durante el lavado usar la menor cantidad de agua y de detergentes posible.
- Cerrar las válvulas después del lavado.
- Evaluar la posibilidad de usar detergentes amigables con el ambiente, libres de fosfatos.

Sistema de hidrantes

El Proyecto contará con un sistema de hidrantes que serán parte del sistema de control de incendios. El sistema hidrantes estará separado del resto de los sistemas de conducción de aguas y contará con su propio tanque de almacenamiento de aguas.

El sistema será de tipo “Gabinete con manguera y extintor móvil”, de tubería húmeda, con presión mínima constante para detección de flujo y accionamiento automático del sistema de bombeo. La reserva de agua contra incendios estará en el tanque elevado de 10 m³ que deberá permanecer lleno todo el tiempo ante la eventualidad de un incendio.

Salvo la revisión y detección de fugas de agua, este sistema no requerirá de ningún manejo ambiental particular. El uso de este sistema se describe en la sección “Plan de Contingencias”.

Manejo del Agua para Riego y Control del Polvo

En las labores de control del polvo y en las labores de revegetación se requerirá de suministro de agua. Ambas labores se realizarán durante las estaciones secas. Tanto el sistema de control de polvo como el agua para riego serán alimentados a partir de las aguas residuales ordinarias luego de ser tratadas (25 gpm) y del tanque de agua fresca (9 gpm) dando un total de 34 gpm para el control de polvo. No se utilizará agua potable para estos fines. También se podrá utilizar para riego el agua acumulada en la pileta de cumplimiento ambiental, siempre que esta cumpla con la normativa guatemalteca.

El agua para riego y control del polvo cumplirá con los parámetros establecidos en el acuerdo gubernativo 236-2006 Reglamento de Aguas Residuales aplicable en Guatemala y considerando el cumplimiento de los estándares internacionales del Banco Mundial.

Se verificará la eficiencia del riego de agua para el control de polvo. De ser necesario se contemplará la incorporación de polímeros y otros productos químicos no perjudiciales para el ambiente, para aumentar la eficiencia del control del polvo y disminuir el consumo de agua en esta actividad.

Suministro de agua potable y recomendaciones de manejo

El agua potable y de uso humano provendrá de dos pozos profundos, que alcanzan el acuífero de capas rojas. Se estima que de los 28 gpm de agua que se extraerán de los pozos, unos 3 gpm serán consumidos por las personas mientras que los restantes 25 gpm serán utilizados en la higiene del personal y eventualmente evacuados como aguas negras hacia el sistema de tratamiento de aguas ordinarias.

Tal y como se indicó anteriormente, efluente del tratamiento de aguas residuales ordinarias, podría ser utilizado durante la época seca para control de polvo en caminos o para riego. Durante época lluviosa el efluente se descargará en el río El Dorado.

El agua proveniente de los pozos será tratada mediante filtrado y clorinación para asegurar su calidad para el consumo humano y será almacenada en un tanque dedicado al agua para consumo humano o tanque para agua doméstica. La calidad del agua cumplirá con lo establecido en la Norma COGUANOR NGO 29 001:99.

El tanque de almacenamiento estará elevado, ubicado en la cota 1,460 msnm, desde donde el agua se distribuirá por gravedad hacia un ramal de tuberías que alimentará las derivaciones horizontales de uno de los edificios. Se estimó una ocupación media de 600 personas diarias.

Se implementará un plan para el ahorro del agua potable mediante el cual se educará al personal de la empresa en el uso racional del agua potable. En la medida de lo posible se instalarán servicios sanitarios ahorradores de agua y lavatorios con llaves de cierre automático.

Sistema de Tratamiento de Aguas

El circuito de molienda y flotación está diseñado para el manejo eficiente del agua y la disminución de las descargas al medio ambiente. Sin embargo, debido a la cantidad de precipitación que podría entrar en contacto con los sitios de proceso, será necesario tratar y descargar agua.

El sistema de manejo de aguas residuales tanto ordinarias como de proceso está diseñado para la descarga controlada, de modo tal que no habrá ninguna descarga de aguas de proceso al ambiente que no haya sido planeada o que se encuentre sin control. Las de contacto originadas por la precipitación provenientes del sector del depósito de colas secas o de la planta de proceso se enviarán a una de las dos lagunas de almacenamiento antes descritas. Debido a que llueve durante una parte importante del año, se podría acumular un exceso de solución en el sistema. Esta solución en exceso se tratará y neutralizará antes de su descarga.

A fin de reducir el volumen de agua de lluvia que se ha de tratar, la escorrentía se manejará de modo tal que el agua que no ha entrado en contacto con las instalaciones

se encauzará alrededor del perímetro de la planta de proceso y del depósito de colas secas y se descargará directamente al medio ambiente.

Plantas de Tratamiento

Por las razones anteriores, se contará con dos plantas de tratamiento para aguas de proceso y una planta para el tratamiento de aguas negras y grises. Asociada al sistema de tratamiento de aguas, se construirá una pileta de cumplimiento ambiental, que tendrá una capacidad de 500 m³.

Planta de Tratamiento del Proceso

Una de las plantas de tratamiento para agua industrial o de proceso, será utilizada para mantener la calidad del agua del proceso en el mismo circuito de molienda y flotación. Esta planta servirá para reconstituir la calidad del agua para su utilización en el proceso y no será utilizada para descargar aguas al medio ambiente.

El objetivo de la planta de tratamiento de proceso será remoción de los sólidos suspendidos totales (SST), el cobre y el zinc, del agua del proceso. Tanto los SST como el cobre y el zinc disueltos podrían causar interferencia en el proceso de flotación, razón por la que son removidos dentro del circuito de molienda y flotación. Los SST del agua de proceso antes de su tratamiento se estiman en 450 mg/l y el cobre y el zinc se estiman cada uno en 5 mg/l reduciéndose estos metales a valores menores 1 mg/l con el tratamiento. El flujo aproximado a tratar será de 685 gpm en época seca y 708 gpm en época lluviosa. La descripción detallada del funcionamiento de esta planta de tratamiento se encuentra en la sección 5.7.1 de este documento.

Este proceso de tratamiento genera un lodo ferroso residual, el cual será reutilizado en parte como inductor de la coprecipitación de cobre y el zinc en la misma planta de tratamiento y otra parte será desecado y agregado a las colas para el relleno en pasta.

Planta de Tratamiento para Descargas (Destrucción de Cianuro)

La segunda planta de tratamiento está diseñada para la destrucción de cianuro y la remoción de metales en el agua de proceso con miras a descargar al medio ambiente. Los requerimientos de esta segunda planta involucra la remoción de sólidos suspendidos totales (SST), metales de bajo nivel y la eliminación de cianuro. El flujo que sería tratado es aproximadamente de 218 gpm en época lluviosa y 81 gpm en época seca.

Esta planta de tratamiento para descargas de aguas de proceso es similar a la anterior, salvo que contiene un reactor para la destrucción del cianuro. La destrucción del cianuro se realiza mediante la adición peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) con sulfato de cobre (catalizador) al agua de proceso. El peróxido de hidrógeno oxida el cianuro de manera muy rápida, disminuyendo su toxicidad.

Planta de Tratamiento para Aguas Residuales Ordinarias

Además de las plantas de tratamiento de aguas industriales, se construirá una planta de proceso para aguas residuales ordinarias. Teniendo en cuenta el re-uso de estas aguas en el Proyecto, se ha consultado la legislación guatemalteca e internacional para determinar el posible tratamiento de este tipo de aguas residuales.

Debido a la presencia de un acuífero aluvional somero, el cual es aprovechado por los vecinos, los sistemas sépticos y de campos de absorción/ infiltración se han considerado como poco adecuados. El sistema de tratamiento de aguas residuales estará diseñado para que no exista una descarga de las aguas sin tratamiento y que no cumplan con los parámetros de calidad de agua autorizados por la legislación nacional. De momento, se están evaluando los siguientes sistemas de tratamiento de aguas residuales ordinarias (ver sección 5.7.1 del capítulo 5:

- Sistema de Tratamiento por Filtros Percoladores;
- Sistema de Tratamiento con Bio-reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente;
- y
- Sistema de Tratamiento con Biodiscos.

Pileta de Cumplimiento Ambiental y Descargas al Río El Dorado

El Proyecto contará con una laguna o pileta de cumplimiento ambiental con una capacidad de 500 m³, la cual permitirá verificar la calidad de los efluentes industriales previo a su descarga al medio ambiente. Debido a que la planta de tratamiento para aguas industriales (remoción de metales y destrucción de cianuro) contará con un sistema de automático de medición el cual permitirá detener su descarga cuando el agua no cumpla con los parámetros establecidos, la pileta de cumplimiento brindará una seguridad adicional, casi redundante, para la protección del medio ambiente.

En caso de que el agua en la pileta de cumplimiento no alcance los valores de cianuro, metales y otros parámetros requeridos para su descarga segura al medio ambiente, esta será enviada a la pileta del depósito de colas secas, la cual contará con suficiente capacidad para almacenar todo el volumen de la pileta de cumplimiento.

En ese momento se revisará el proceso de tratamiento y se ajustará para cumplir la normativa de descarga.

Una vez que se verifique la calidad del agua en la pileta de cumplimiento ambiental y la misma sea aceptable para su descarga, se procederá al desagüe de la pileta por gravedad hacia el río El Dorado. Se seleccionó el río El Dorado para la descarga de efluentes por su cercanía al Proyecto y porque el mismo tiene flujo todo el año.

El río El Dorado se encuentra incluido dentro de los estudios de línea base y se tiene bastante información sobre la calidad de sus aguas. Consecuentemente, este río seguirá siendo monitoreado a lo largo de la vida del Proyecto y en caso de detectarse alguna variación negativa de su calidad, atribuible al proceso de Escobal, se tomarán de inmediato las acciones correctivas correspondientes.

Cuadro 13.2 Resumen del Plan de Manejo de Aguas Naturales y de Proceso

Fase	Actividad	Etapa de ejecución		
		Construcción	Operación	Cierre
Establecimiento y Ejecución	Diseño para el manejo eficiente del recurso hídrico	✓		
	Evitar tala y remoción de vegetación innecesaria	✓	✓	
	Control de erosión y sedimentación. Establecer mejores prácticas de manejo.	✓	✓	✓
	Revegetación y reforestación		✓	✓
	Colocación de cubierta plástica en depósito de colas secas		✓	✓
	Mantenimiento preventivo de equipos para evitar derrames de hidrocarburos	✓	✓	✓
	Suministro de materiales y equipos para contención y limpieza de derrames de materiales contaminantes	✓	✓	✓
	Manejo de desechos sólidos y líquidos	✓	✓	✓
	Implementación del plan de manejo de materiales peligrosos	✓	✓	✓
	Construcción de piletas de agua de contacto	✓		
	Construcción de derivaciones de agua de escorrentía fuera de instalaciones	✓		
	Manejo eficiente del lavado de vehículos y equipos	✓	✓	✓
	Uso de detergentes libres de fosfatos	✓	✓	✓
	Manejo eco eficiente de insumos productivos		✓	
	Tratamiento de aguas de proceso		✓	✓
Tratamiento de aguas ordinarias	✓	✓	✓	
Auditorías, educación ambiental y capacitación	Auditorías internas y externas, manejo eco eficiente de insumos, agua y energía	✓	✓	✓
	Actividades de educación ambiental del personal	✓	✓	✓
	Actividades de educación ambiental en las comunidades	✓	✓	✓
	Campaña de ahorro y uso eficiente del agua		✓	
Monitoreo y evaluación	Implementación de monitoreo aguas	✓	✓	✓
	Evaluación de los resultados de las auditorías de la ecoeficiencia.		✓	✓
	Evaluación periódica de cada uno de los programas y actividades del plan de manejo de aguas naturales y de proceso		✓	✓

A.5 Manejo de Flora y Fauna

El proyecto abarca la parte media de la micro cuenca de la quebrada El Escobal y la parte baja de la subcuenca del río El Dorado, y será política de la empresa conservar el bosque dentro de sus propiedades para además de mantener el régimen hidrológico y la estabilidad de los taludes. El corte de árboles será minimizado, sin embargo se intervendrá en 46.5 hectáreas, y se revegetará cuando sea el cierre técnico. Fuera de las propiedades la Empresa promoverá entre los comunitarios y agricultores la reforestación y la agricultura sostenible.

Las medidas de recuperación se basan en los principios ecológicos para el manejo y protección de los ecosistemas. Éstos incluyen la protección del hábitat, retención del suelo y prevención de la erosión, y restauración de áreas degradadas para realzar sus valores ecológicos y de uso humano. Estas medidas atenuarán no sólo impactos negativos temporales sobre la fauna terrestre, sino también realzarán la eficacia del proyecto ayudando a reducir la erosión.

Las oportunidades para minimizar el uso de áreas de bosque y sus valores asociados a ser afectadas por el proyecto, están supeditadas a las necesidades de diseño del proyecto. Sin embargo, se seleccionó áreas sin bosque.

En los terrenos propiedad de la empresa se llevara un control del personal para evitar daños a la flora y fauna. Las medidas de prevención, control, mitigación y compensación de los impactos ambientales en el componente biótico son:

- Capacitar al personal que laborará en el proyecto para que mantenga una actitud amigable con la flora, evitando cortar árboles y arbustos. En relación a la fauna, evitar el atropellamiento, cacería u otra actividad que pueda ahuyentar o causar la muerte de animales.
- Instruir a los trabajadores sobre las restricciones de cacería, recolección de plantas y animales, y de la explotación de recursos ecológicos dentro del área de influencia y las consecuencias de no obedecer las restricciones, que pueden incluir multas y/o despido.
- Realizar el inventario de los árboles necesarios a cortar, y solicitar al INAB el permiso para hacerlo, que incluirá el estudio de cambio de uso del suelo.

- Delimitar las áreas aprobadas para las actividades de construcción y conexas, especialmente aquellas inmediatamente adyacente a áreas de vegetación natural y la quebrada El Escobal.
- El corte de árboles será compensado reforestando y facilitando la revegetación natural, con especies de la zona en áreas dentro de la propiedad que están desprovistas de cobertura, incluyendo el bosque de galería.
- Manejar el bosque de galería a ambos lados de la quebrada El Escobal y dentro de la propiedad de la Empresa, con especies de importancia para la diversidad biológica de la región. Dicho manejo consistirá en inducir la regeneración natural del bosque de galería, evitando la pérdida de plantas herbáceas, arbustos y árboles, así como el cuidado y la protección de las especies de fauna que se encuentran en su resguardo, controlando la depredación por cacería y/o colecta de cualquier especie silvestre.
- Almacenar la capa superficial de suelo en montículos y distribuirlos lo más pronto posible, para retener la viabilidad de semillas y evitar o reducir la creación de condiciones anaerobias y la lixiviación de nutrientes.
- Recoger la vegetación y colocarla en montones a lo largo de los bordes del sitio intervenido, para así reducir la erosión y proporcionar las condiciones convenientes para la revegetación natural. Cuando sea necesario (ejemplo, en pendientes), la vegetación será estacada con vástagos de árboles de rápido crecimiento que echarán raíces y ayudarán a la estabilidad.
- Cortar la vegetación en las áreas de construcciones temporales, pero evitar nivelar el terreno. Esto controlará la erosión, reducirá impactos en la ecología del suelo, y promoverá su rápida re-vegetación.
- Vigilar que el desmonte y limpieza se mantenga dentro de los límites establecidos.
- A pesar que las fuentes de agua son escasas en la quebrada El Escobal, sobre todo en la época seca, se recomienda el uso parcial y no total del agua, con el fin de no eliminar los remanentes naturales para el consumo de la vida silvestre, alternando con la creación de recintos de protección como pozas, piletas y pequeños riachuelos para que la fauna silvestre que habita estas áreas no carezca del suministro mínimo de agua.
- No dejar restos de comida en bolsas plásticas, ya que estas pueden ser mortales para la fauna silvestre y doméstica. Al finalizar los trabajos diarios se realizará una limpieza exhaustiva, recogiendo todos los desechos que hayan quedado en el campo y enviándolos al campamento para su clasificación,

reciclaje y disposición apropiada en el relleno sanitario manual, así como la recolección total del equipo utilizado.

- Monitorear las actividades de construcción y garantizar que éstas se ejecuten de acuerdo a los planes y cumplan con las medidas ambientales del proyecto.
- Es importante propiciar la regeneración vegetal natural dentro de los terrenos propiedad de la Empresa. Con el cuidado de los espacios de regeneración natural se fortalecen la estabilización de los procesos ecológicos del área, mejorando las dinámicas de interacción entre las poblaciones de flora y fauna silvestre.
- Controlar la erosión y acumulación de polvo, así como los impactos del ruido.
- Finalmente se recomienda continuar con el monitoreo de vida silvestre permanente el cual alimente y complemente la línea base iniciada desde el 2009, identificando especies indicadoras que permitan evidenciar los impactos positivos y/o negativos del uso del área y sus recursos naturales.

Un aspecto clave en el éxito de los programas de recuperación será su rápida implementación. La Empresa puede establecer viveros, para sembrar y preparar los árboles necesarios para la reforestación, así como conservar los bosques y favorecer la regeneración natural.

A.5.1 Plan de Manejo de la biodiversidad

El Plan de Manejo de la Biodiversidad tiene como objetivo promover el uso y cuidado de la biodiversidad dentro del área por medio de la designación e implementación de acciones de protección del ecosistema, con el fin lograr la preservación de los recursos bióticos. El área del Proyecto Minero El Escobal se ubica dentro de la zona de vida denominada bosque húmedo subtropical templado (Bhs-t), de acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Holdridge. En esta zona de vida los remanentes boscosos se caracterizan por la presencia encino (*Quercus* spp.), pino colorado (*Pinus oocarpa*), nance (*Byrsonimia crassifolia*) y hoja de lija (*Curatella americana*).

Durante el levantamiento de línea base de biología en el área del Proyecto y sus alrededores realizados en 2009-2011 se han reportaron un total de 116 especies de flora, 13 de las cuales se encuentran incluidas en la Lista de Especies Amenazadas (LEA) del CONAP.

De las 13 especies de anfibios y reptiles reportadas, 7 de los anfibios se ubican dentro de alguna de las categorías de la LEA y 2 dentro de UICN y 5 especies se mencionan en la LEA y en UICN. De las 15 especies de mamíferos registradas, 6 se enlistan dentro de la LEA. La avifauna del lugar está compuesta por al menos 67 especies de las cuales solo 4 se reportan por la LEA bajo algún status de conservación y 1 de ellas en CITES.

Como se indicó el Plan tiene como objetivo conservar la riqueza específica de la flora y la fauna en general y específicamente de poblaciones de flora y fauna que presentan algún riesgo o peligro de extinción. El Plan se ha dividido en las siguientes fases:

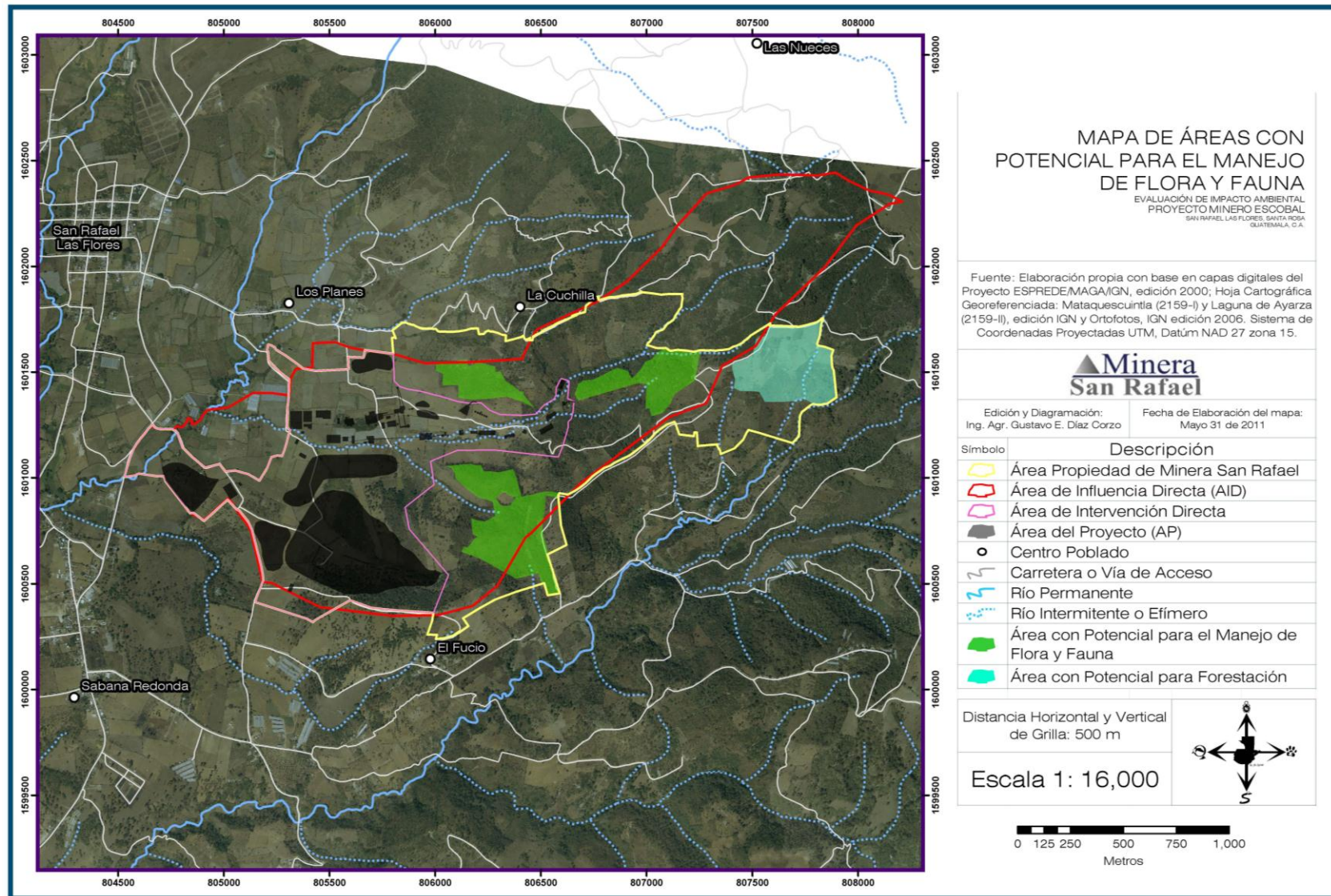
- Fase de Establecimiento y Ejecución,
 - Programa de Manejo de Flora Y Fauna
 - Programa de Manejo de Vida Acuática,
 - Fase de Educación ambiental y capacitación,
- Fase de Divulgación y comunicación y
- Fase de Monitoreo y Evaluación.

A.5.2 Programa de Manejo de flora y fauna

Establecimiento de áreas de Manejo:

Un paso fundamental para lograr el manejo de la diversidad biológica en el área del Proyecto, es el lograr el establecimiento de medidas que garanticen el mantenimiento de los procesos ecológicos de las áreas con remanentes del bosque original, y la recuperación de áreas intervenidas mediante la realización de actividades que eviten su posterior degradación o pérdida. En la Figura 13.1 se muestran las áreas de conservación y reforestación dentro de la propiedad de la Minera San Rafael. La restauración de la cobertura vegetal es primordial debido a que proporciona albergue a los organismos y los resguarda de cambios climáticos extremos así como de los depredadores incluyendo al hombre. Dentro de estas actividades se sugiere llevar a cabo prácticas forestales para la reforestación y revegetación del bosque. Además se establecerá un programa de manejo de los recursos maderables y no maderables en las áreas de manejo propuestas en el plan y en las áreas intervenidas por el proyecto.

Figura 13.1 Áreas de Manejo de Flora y Fauna propuestas



En el establecimiento de las áreas específicas para su manejo deberá considerar áreas que debido a su diversidad biológica (flora y fauna) sean representativas del bosque de pino-encino. El manejo del bosque garantizará también la recuperación de áreas intervenidas mediante el aporte de especies nativas de flora y fauna a partir de las actividades de reforestación y revegetación. Adicionalmente, es importante que se consideren medidas como resguardar los árboles de percha para contribuir al abastecimiento de frutos y semillas capaces de regenerar naturalmente la dinámica de la vegetación nativa o bien la instalación de perchas artificiales en áreas abiertas para las aves de rapiña.

Designación de áreas de manejo:

Las áreas de manejo se proponen con la finalidad de resguardar la riqueza de especies, incluyendo especies endémicas y especies identificadas bajo algún status de la Lista Especies Amenazadas de Guatemala por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) o bien presentes en el listado de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestre en Peligro (CITES). Las áreas propuestas se caracterizan por presentar la mayor cobertura forestal nativa o ser áreas donde la empresa está reforestando dentro de su propiedad.

Los bosques de Pino – Encino presentes en el área del proyecto forman parte de la Ecoregión de Bosques de Pino – Encino de Centroamérica, que abarca desde la parte sur de Chipas (México) hasta el Noreste de Nicaragua. La ecoregión es considerada una de las zonas más ricas en el mundo en diversidad de encino y coníferas, es un hábitat para muchas especies catalogadas de importancia, además de resguardar a las especies endémicas. Estos bosques constituyen una ruta migratoria trans-regional para especies migratorias y se considera una de las zonas de reabastecimiento para aves neo-tropicales migratorias (*Dendroica townsendi* y *D. gracie*)¹ comunes en el AP.

Las áreas de manejo serán aquellas, ubicadas dentro de la propiedad de la empresa, donde la intervención será mínima, incluyendo áreas reforestadas, cuya función es minimizar el impacto producto de la discontinuidad en la cobertura forestal, además de servir como refugio de otras especies y permitir la conexión con otras áreas.

En las áreas de manejo propuestas, se reubicarán las especies de fauna que sean encontradas en las áreas de trabajo, y que podrían resultar afectados por las

¹ Alianza para la conservación de los Bosques de Pino – Encino de Mesoamérica. 2008. Plan de conservación de los Bosques de Pino – Encino de Centroamérica y el Ave Migratoria *Dendroica chrysoparia*. E. S. Pérez, Secaira, E. Macias, C. Morales, S. y Amescua, I. Fundación Defensores de la Naturaleza y The Nature Conservancy. Guatemala.

actividades que se lleven a cabo, por lo que serán capturados y trasladados para su reubicación. En estas áreas se realizarán actividades de reforestación que permita la regeneración natural del bosque a mediano y largo plazo así como el manejo y liberación de la fauna; provenientes del AP. Las áreas de manejo propuestas se presentan en la Figura 13.1.

Actividades de manejo Fauna:

El manejo *in situ* de la fauna en general se llevará a cabo, con la designación de áreas de manejo donde se tiene registro de la presencia de estas especies. Considerando a los grupos que con limitada velocidad de desplazamiento, se propone extraer de las áreas con posible actividad minera, a las especies de anfibios, así como las especies de reptiles que se logren identificar antes de iniciar el aprovechamiento forestal y durante el mismo. Las especies encontradas en las áreas de trabajo, serán traslocadas y liberadas en las áreas de manejo propuestas.

Durante el traslado se deberá contar con el material adecuado. En el caso de serpientes esta deberá realizarse por personal capacitado en la recolecta de estos organismos y primeros auxilios en caso de algún accidente ofídico, además de contar con el equipo especializado². En todos los casos los contenedores y cajas deberá contar con una etiqueta visible que indique el tipo de animal que se está transportando además se llevará un registro de las especies que son traslocadas indicando el lugar y fecha de recolecta, el número de ejemplares y lugar de liberación³.

Antes de realizar cualquier liberación, se debe observar que los animales no presenten síntomas de enfermedad ya que pueden contagiar a individuos sanos, para esta actividad es muy importante la capacitación del personal para realizar el traslado exitosamente. La liberación de los organismos se realizaría en microhábitats que presenten condiciones similares a los lugares donde fueron recolectados y los anfibios en particular en zonas cercanas a cuerpos de agua. Sin embargo, estos programas se desarrollarán en función de la especie y los requerimientos de hábitat específico para cada una de las especies a reubicar.

² Rojo S. C., M. N. Pérez, Ma. L. R. de Vicente y M. N. Salinas. 2008. Estudio del manejo de serpientes venenosas y actuación en caso de mordedura. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, 2: 91 – 95.

³ Instituto Nacional de Ecología. 2000. Manejo de Felinos. Dirección General de Vida Silvestre. SEMARNAT.

A.5.3 Programa de Manejo de vida acuática

La conservación de los ecosistemas acuáticos constituye una parte importante del manejo de la biodiversidad en el área del Proyecto. Dado que dentro del área del Proyecto únicamente existe un cuerpo de agua no permanente (quebrada El Escobal), las actividades de protección de la biodiversidad asociada a cuerpos de agua, deberán extenderse en la medida de lo posible hacia el entorno del Proyecto. Las actividades referentes a la protección de los ecosistemas y hábitat, podrían incluir, siempre que sea técnica y económicamente factible:

- Campañas de limpieza de cuerpos hídricos,
- Control de la contaminación por desechos sólidos y líquidos (reglamento del MARN) según el plan de manejo de desechos sólidos,
- Control de sedimentos que se producirán, principalmente por los movimientos de tierra para la construcción de las instalaciones y facilidades, siguiendo los lineamientos del plan de manejo de erosión y sedimentos.
- La realización de jornadas de capacitación a habitantes de las comunidades cercanas al área del Proyecto, sobre el uso adecuado de pesticidas y fertilizantes en el entorno, para proteger los cuerpos de agua.

A.5.4 Fase de educación ambiental y capacitación

Ésta fase tiene como objetivo involucrar a empleados de la empresa y comunidades cercanas, en acciones para la protección de la flora y fauna del área. A partir de medidas que promuevan el cuidado del ambiente con el diseño de materiales adecuados y estrategias enfocados a los grupos sociales participantes (niños, jóvenes y adultos). Se propone implementar campañas en escuelas y comunidades. El programa de educación ambiental se enfocara al cuidado del agua, y las especies presentes en la zona. Se propone incluir temas ambientales en las pláticas impartidas al personal de la empresa. Los temas incluidos podrían incluir la correcta identificación de las especies en caso de requerir manipulación. Esta capacitación tiene la finalidad de enseñar las técnicas adecuadas en caso de ser necesaria la manipulación de organismos como mamíferos o serpientes.

A.5.5 Fase de monitoreo y evaluación

Durante la fase construcción, operación y cierre de la mina deberá implementarse el monitoreo biológico que permita evaluar los impactos y establecer medidas preventivas y correctivas en caso de ser necesario. Éste monitoreo permitirá establecer especies indicadoras de la calidad ambiental y su respuesta ante los potenciales impactos. Dentro de las aves a monitorear, se propone a las especies migratorias del género *Dendroica*, del grupo de los anfibios a las especies de ranas *Ptychohyla euthysanota* y *Plectrohyla guatemalensis* y de reptiles, las lagartijas *Sceloporus smaragdinus*, *S. acanthinus* y *Basiliscus vittatus*.

Se recomienda la revisión periódica del Plan de Manejo de Biodiversidad, al menos cada 2 años, para determinar si es necesario realizar ajustes o cambio de actividades en función de los resultados obtenidos.

En el Cuadro 13.3 se resumen las actividades del Plan de Manejo de Biodiversidad en los terrenos propiedad de la empresa.

Cuadro 13.3 Resumen de actividades del Plan de Manejo de Biodiversidad del Proyecto

Fase	Actividad	Etapa de ejecución		
		Construcción	Operación	Cierre
Establecimiento y Ejecución	Establecimiento de áreas de manejo		✓	✓
	Evitar tala innecesaria y contaminación	✓	✓	✓
	Implementar un Plan de reforestación en las áreas con especies nativas	✓		
	Traslocación epifitas del género <i>Tillandsia</i>		✓	✓
	Manejo de desechos sólidos y líquidos (capacitación).	✓	✓	✓
	Manejo de sedimentos y construcción de barreras naturales.	✓	✓	✓
	Traslocación de los animales silvestres que pudieran resultar afectados durante los trabajos del proyecto	✓	✓	✓
Educación Ambiental y capacitación	Diseño de estrategias de educación ambiental a diferentes niveles (niños, jóvenes y adultos).	✓		
	Actividades de educación ambiental en las comunidades	✓	✓	✓
	Manejo de flora y fauna	✓		
	Cultivo y propagación de Tillandsias		✓	
Monitoreo y evaluación	Implementación de monitoreo biológico			✓
	Monitoreo de especies indicadoras			✓
	Evaluación periódica de cada uno de los programas y actividades del plan de manejo de biodiversidad.			✓

Fuente: CTA, 2011.

A.6 Medidas para la conservación del sitio San Rafael Las Flores

El plan del área arqueológica de San Rafael Las Flores se basa en el principio de hacer el manejo y conservación de áreas culturales que tienen un significado local, regional o nacional relevante, para generaciones presentes y futuras de una comunidad (Aplin, 2002). Considerando este principio, el objetivo principal del plan es proteger y preservar el valor del patrimonio cultural de San Rafael y, a la vez, dar a conocer este legado cultural.

El sitio arqueológico San Rafael Las Flores se ubica en el municipio del mismo nombre del Departamento de Santa Rosa. Este sitio arqueológico fue declarado Monumento Nacional en el año de 1970, debido a su importancia cultural en la región Oriente de Guatemala. El sitio San Rafael está registrado en el Archivo de Sitios del Departamento de Monumentos Prehispánicos y Coloniales (DEMOPRE) de la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural (DGPCN). Además, el área arqueológica estaba conformada por un núcleo con función cívico-ceremonial (Ichon y Grignon, 1991 y Shook s.f.) y áreas habitacionales y de cultivo.

Para este plan de conservación el área del sitio que es de interés es el Grupo A. Este grupo está compuesto por aproximadamente siete (7) montículos, de los cuales tres (3) se encuentran ubicados hacia el Oeste del área del Proyecto Minero San Rafael. La ocupación del grupo arquitectónico inicia en el período Preclásico Medio hacia el Preclásico Tardío (1000 aC al 250 dC). El patrón de asentamiento observado era de un montículo central (10 metros de altura) rodeado por varios montículos menores (2 a 3 metros de altura).

Por años, el sitio ha estado en peligro de conservación debido al crecimiento de la población de San Rafael. En la actualidad, los montículos están deteriorándose rápidamente debido a las actividades agrícolas, el uso del material de los montículos para la construcción y el saqueo. No obstante, el Grupo A ha experimentado un deterioro modesto. Esto indica que su estado de conservación es relativamente bueno, pero requiere de medidas preventivas a mediano plazo.

Considerando lo anterior, el objetivo general de este plan de manejo y conservación es:

- Establecer las medidas de manejo y conservación preventivas para el Grupo A del sitio San Rafael y de esta manera retener la autenticidad, el valor y significado del área.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Realizar un registro de la condición del monumento e identificar las causas del deterioro;
- Determinar la severidad del deterioro del área arqueológica;
- Priorizar las medidas de conservación a ejecutar;
- Diseñar la intervención y manejo del área arqueológica; y
- Planificar la implementación de las medidas de manejo y conservación.

El plan de manejo y conservación debe ser de carácter preventivo. Esto implica que se deben observar y documentar los diferentes riesgos que pueden afectar el monumento e intentar minimizar los daños antes de que sea necesaria una intervención curativa (directa del monumento). Este plan es un proceso cuya finalidad es definir causas de deterioro y medidas preventivas, para evitar la pérdida del patrimonio cultural. En este sentido, es importante conocer el valor y significado (cultural, histórico, artístico, recreativo, etc.) que el monumento pueda tener para la comunidad local, regional e inclusive nacional.

Metodología:

El plan de manejo y conservación debe generarse para entender y retener el significado y valor del área arqueológica de San Rafael. En este sentido, se debe realizar un registro documental completo del sitio o monumento, el cual debe estar compuesto por los siguientes elementos:

- Establecer el significado cultural, ambiental, artístico, recreativo, arqueológico e histórico del área de estudio. Para esto es necesario contar con información documental y oral, estudio e inventario arqueológico y registro fotográfico del sitio que ayude a comprender el valor local, regional y nacional del área arqueológica. En este punto es importante la participación local, ya que es la gente de la comunidad quién debe comprender y aportar a la conservación de su patrimonio cultural.
- Las causas de deterioro y riesgos deben ser plenamente identificadas, registradas y monitoreadas. Esta información ayuda en el diagnóstico de la

severidad de las condiciones de conservación del área de estudio, comprender los procesos de deterioro y determinar causas y procesos de intervención para su conservación. El monitoreo debe ser constante, de tal manera que puedan reconocerse los riesgos antes de que las estructuras o monumentos colapsen.

- La priorización de las medidas de intervención se basa en los resultados del registro e identificación de causas de deterioro. Este es un paso importante, ya que se definen que medidas de intervención pueden ser implementadas y se inicia la priorización de las mismas. En este caso se enfoca en medidas de conservación preventivas, lo que implica sobre todo el mantenimiento de las estructuras. Sin embargo, será necesario considerar medidas de conservación curativas (intervención directa) en algunas estructuras que han sido dañadas por los procesos agrícolas implementados en el área.
- Con la priorización de las medidas de conservación se puede proceder al diseño de la intervención. Este se basa, en la mayor parte de los casos, en los recursos técnicos y económicos que se tengan a disposición.
- La planificación de la implementación de las medidas de manejo y conservación implica la coordinación de las intervenciones con otros factores importantes como clima, acceso a recursos materiales e importancia con respecto a otros trabajos del Proyecto.

Asimismo, el plan de manejo y conservación debe considerar otras variables:

- Generación de ingresos para ayudar en el mantenimiento del área arqueológica;
- Manejo de visitantes, ya que debe considerarse cuál es el impacto que el constante acceso de visitantes pueda tener sobre el área arqueológica; y,
- Elaboración de un plan de educación ambiental enfocado al patrimonio cultural del área.

Este se haría con el fin de promover el sentido de conservación cultural dentro de la comunidad.

Todos estos aspectos deben ser debidamente documentados y analizados para así realizar la implementación de las medidas de conservación y manejo. Sobre todo tener claro que la finalidad del proceso es promover el conocimiento del patrimonio cultural local del área de San Rafael y en cierta medida, que este patrimonio sea reconocido a nivel regional y nacional.

A.6.1 Plan de Manejo y Conservación:

A continuación se detallan los diferentes componentes del plan de manejo y conservación para el área arqueológica de San Rafael Las Flores. Se pone especial énfasis en el área denominada Grupo A y su zona de amortiguamiento que cubre 25 metros alrededor de las estructuras (montículos).

Significado y valor cultural

- Investigación documental y oral: Recopilar toda la información publicada relevante al sitio de San Rafael Las Flores. El fin es obtener datos que ayuden a comprender la importancia del sitio y las características particulares del mismo. También será necesario conocer la opinión de la comunidad local acerca del sitio y cuanto saben ellos del área arqueológica.
- Estudio e inventario cultural: Está relacionado directamente a la investigación arqueológica (excavación y análisis de material) que se haga en el sitio. La documentación derivada del estudio arqueológico brinda información acerca de la importancia histórica del área de estudio. Así como el inventario cultural implica tener conocimiento preciso del material arqueológico del área – montículos, cerámica, lítica, obsidiana, etc. De esta manera se tendrá conocimiento de dónde se localiza el patrimonio cultural tangible del sitio.
- Toda la investigación ayudará a entender cuál es el valor y significado que tiene el área arqueológica, especialmente a nivel local.

Registro e identificación de deterioros / diagnóstico de severidad del deterioro

- Los riesgos y deterioros del área arqueológica deben ser identificados y registrados. Hasta el momento se conoce que los diferentes procesos agrícolas han deteriorado considerablemente las estructuras. A esto también hay que agregar, que los pobladores locales han utilizado el material de los montículos para la construcción. Habrá otros riesgos y deterioros causados por factores físicos, químicos o físico-químicos que deberán ser identificados.
- Para realizar esta identificación de deterioros es necesario el monitoreo periódico de las estructuras. Este monitoreo debe considerar variables como humedad relativa, temperatura, precipitación, flora y fauna, abrasión, grietas, pérdida de fachadas, polución o algún crecimiento micro-biológico debido a la acción del agua.

- El análisis de esta información podrá brindar datos acerca de la severidad del deterioro y condiciones del sitio. Las condiciones de conservación del área pueden dividirse en:

Condición	Prioridad	Acción
Buena	Baja	Mantenimiento
Deterioro modesto	Baja	Mediano plazo – intervención
Deterioro mayor	Media	Corto plazo – intervención
Deterioro crítico	Alta	Inmediato – intervención

Priorización de medidas de intervención

El registro y monitoreo de deterioros brindan la base para priorizar la intervención del área de estudio. En el caso de San Rafael (Grupo A) parece ser que la intervención debe ser preventiva. Esto implica que pueden tomarse una serie de acciones para evitar que el sitio colapse. Sin embargo, en el montículo mayor hay que realizar una intervención curativa (acción directa sobre la estructura) para evitar la continua erosión de la plataforma del montículo.

Diseño de intervención

La intervención preventiva puede incluir:

- Acceso controlado y mínimo al área arqueológica para evitar la continua erosión de los montículos.
- Manejo de flora y fauna que puedan afectar el sitio.
- Mejoramiento de drenajes.
- Monitoreo ambiental para conocer las variables que afectan el sitio.
- Monitoreo estructural para conocer si hay grietas, fisuras o fracturas que puedan ocasionar una pérdida irreparable de las estructuras.

La intervención curativa puede incluir:

- Limpieza de superficies; Estabilización estructural; y, Reparación de superficies utilizando material local y sin introducción de materiales novedosos.

Planificación de implementación

El cronograma de implementación del plan de conservación dependerá en los recursos materiales, técnicos y económicos con que se cuente. Esencialmente, la planificación está muy relacionada al clima del país. Esto se debe a que durante la época de lluvia habrá trabajos difíciles de realizar y que solamente puedan hacerse en época seca.

En general, el mantenimiento del área debe planificarse para ser hecha a lo largo de todo el año calendario. En sí, la implementación es realizar el proceso de conservación.

A.6.2 Plan de manejo de visitantes

En caso se plantee hacer un parque arqueológico en el área, será necesario considerar que este genere ingresos que puedan ayudar en la conservación de la misma. Es muy posible que estos ingresos no sean suficientes para el auto-sostenimiento del parque, pero sí pueden ayudar en la obtención de recursos para la conservación del sitio.

Como se expuso anteriormente, el visitante debe ser informado y guiado dentro del área arqueológica. En el área debe hacerse una zonificación, ya que habrá áreas, como la parte superior del montículo mayor, a las cuales los visitantes no deben tener acceso. Así como habrá áreas de recreación, aparcamiento de vehículos y facilidades para los visitantes. Todas estas áreas y la información relevante del sitio deben estar debidamente señalizadas. De igual manera, se tendrán que establecer cercos que restrinjan el paso a áreas donde pueda haber peligro.

A.6.3 Plan de educación ambiental: Área cultural

La conservación de un área arqueológica debe involucrar a la población aledaña al sitio. A la larga, son las personas de las comunidades quienes deben comprender el significado histórico y cultural del monumento y aprender a conservarlo para generaciones futuras. En este sentido la educación ambiental es esencial.

Deben crearse programas educativos que involucren a los niños y jóvenes en el proceso de conservación ambiental y cultural. En el aspecto cultural, estos programas deben considerar dar una ubicación del área en comparación con otras culturas. También se debe mostrar la historia cultural del sitio, es decir todas las características que hacen que el área arqueológica sea importante. Asimismo debe considerarse el aspecto nacional al definir la diversidad cultural guatemalteca y los aspectos de continuidad de la cultura maya. Por último, toda esta información debe estar enfocada en la conservación del medio ambiente.

En general, el plan de manejo y conservación implica una serie de factores complementarios cuya finalidad es la preservación del patrimonio cultural del área. El poner en valor el sitio de San Rafael Las Flores será importante para la comunidad, porque ayudará a crear una historia cultural continua y proveerá arraigo a la zona.

A.7 Medidas para reducir los cambios al Paisaje

Las medidas de prevención y mitigación de los posibles impactos que puedan producirse por la vista de algunas instalaciones y facilidades, sobre todo el depósito de colas, se describen a continuación. Las medidas para reducir los cambios al paisaje serán:

- Reducir, en lo posible, el tamaño de los apilamientos de material en los sitios depósito;
- Remodelar la topografía alterada para que se ajuste a su forma natural, lo cual deberá ser un procedimiento a seguir durante los años que se depositará las colas en el sitio de depósito y se concluirá cuando se revegete toda el área de depósito. En las Figuras 13.2 y 13.3 se muestran la regeneración recurrente anual del depósito de colas y como quedara la topografía del AP post cierre (ver Planos 68/69 y 69/69 del Anexo 4);
- Minimizar el corte de árboles y cercar los grandes, cuidando que no se les corten las raíces;
- Plantar árboles y arbustos y favorecer la revegetación natural, para que actúen como pantallas visuales; y,
- Adaptar las instalaciones e infraestructura a la topografía local (no superar líneas naturales de horizonte, elección de situaciones cerradas visualmente, etc.)

Figura 13.2 Vista de la regeneración anual recurrente del área de colas

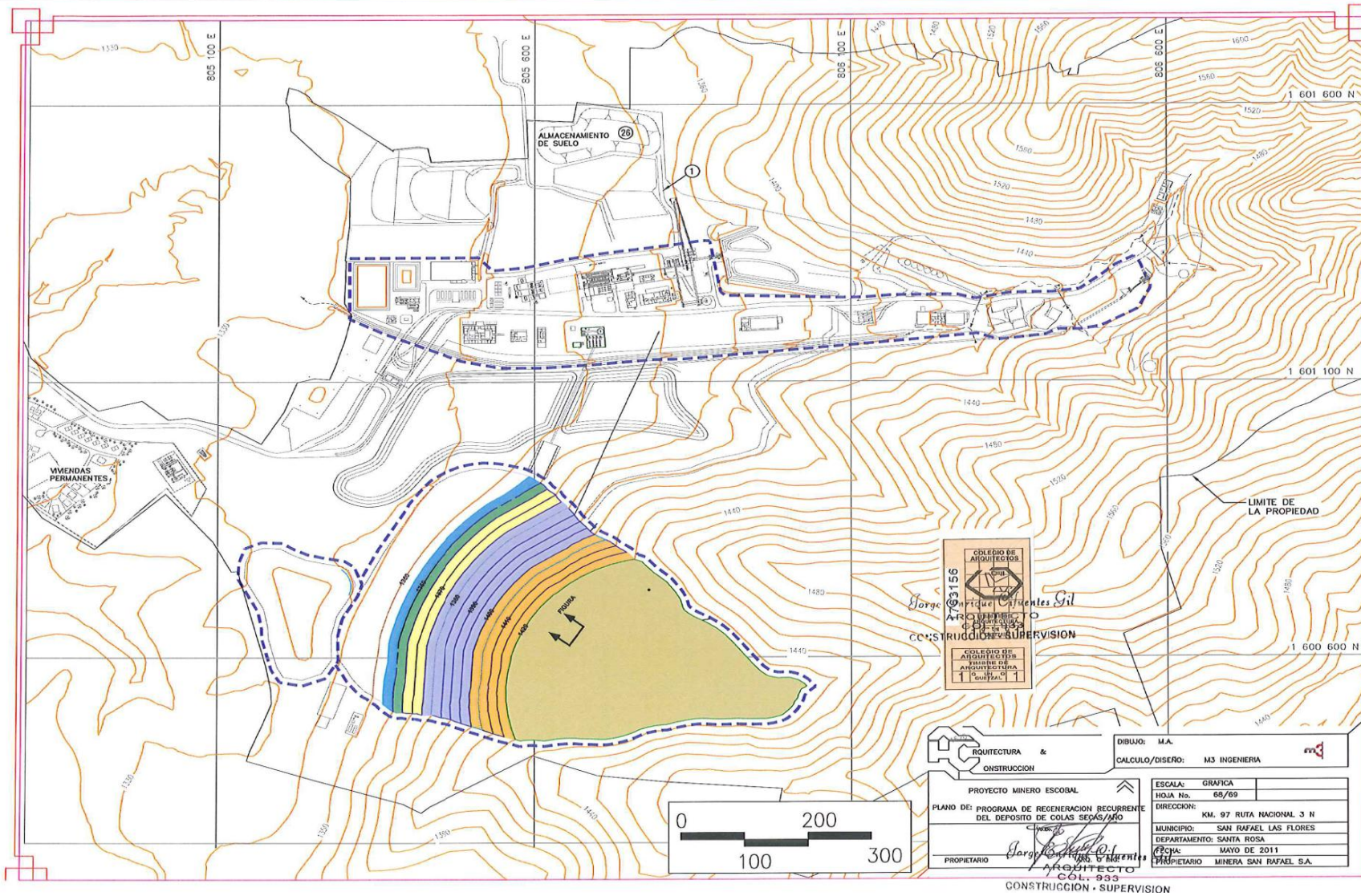
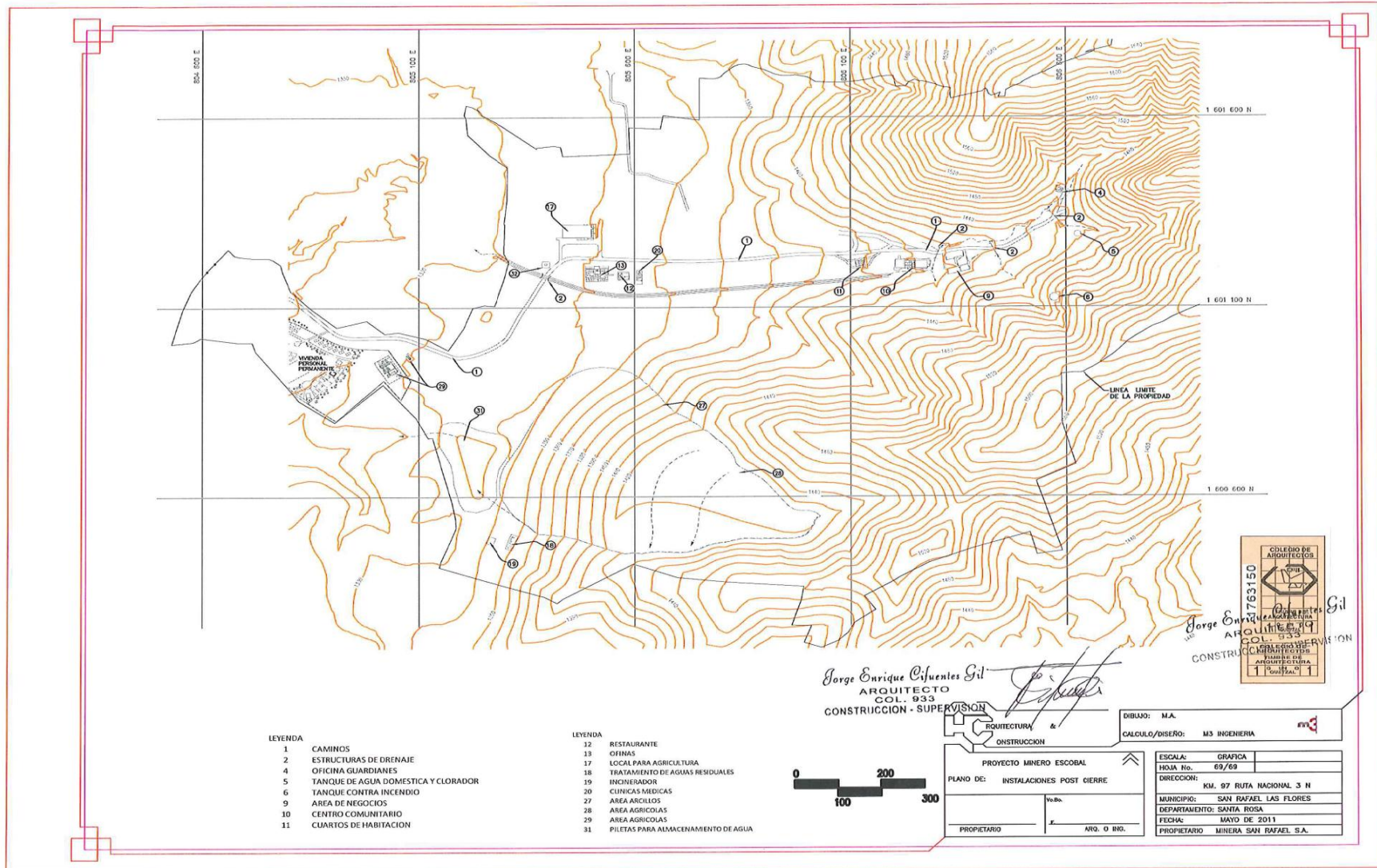


Figura 13.3 Vista de la topografía del AP post cierre



A.8 Medidas para el medio Socioeconómico

Las actividades de exploración en el municipio se vienen llevando a cabo desde el 2008, por lo que desde ese entonces se cuenta con una Unidad de Relaciones Comunitarias, y que a partir de enero del 2011, forma parte del Departamento de Desarrollo Sostenible, el cual ha mantenido informado a las autoridades municipales y locales sobre el avance de las actividades, además de apoyar a las comunidades en proyectos de desarrollo comunitario. Las principales actividades realizadas como parte del Programa de Información durante el 2011, ya que de los años anteriores (2008 al 2010) fueron presentadas en el estudio de EIA de los túneles, aprobado en marzo del 2011, se describieron en el inciso 10.5, del capítulo 10 anterior, y cuyas conclusiones se indican a continuación:

La mayoría de las opiniones de comunitarios y grupos focales, valoran las actividades mineras lo cual incide en la legitimación del proyecto minero, ya que están de acuerdo en que estas actividades son de beneficio económico y laboral para el desarrollo social comunitario.

Las preocupaciones obedecen a la falta de información técnica en los pobladores y otros grupos, lo cual motiva que el rumor intencional o no de desacreditar las actividades mineras este afectando la aceptación hacia las ventajas de las actividades que se realizan y se realizarán a lo largo de los años que la actividad permanecerá en la localidad. En tal sentido se deben de seguir generando acciones sistemáticas de divulgación que permitan que el rumor sea sustituido por información veraz y clara para las comunidades ubicadas cerca de la mina. La información continua puede neutralizar las acciones de desacreditación de la minería por grupos interesados.

La preocupación que existe respecto a los posibles impactos negativos de las actividades de la mina en la población y en el ambiente, es producto de campañas en contra de la minería a nivel nacional e internacional, que tienen impacto a nivel local. Se dan sobre la base de no contar con un sistema de información técnica, consistente, continua, activa y eficaz, que permita dar respuestas oportunas a la población. Ante esto, Minera San Rafael debe diseñar una estrategia de comunicación social asertiva y fortalecer las destrezas y habilidades del equipo del área social, para la resolución de conflictos y comunicación social, con el fin de consolidar una relación estrecha entre empresa minera y comunidades.

A continuación se describe el Plan de Participación Pública durante la duración del presente proyecto (mínimo 22 años).

A.8.1 Plan de Participación Pública

Propósito del Plan:

Construir un sistema de información que permita a toda la población conocer, sugerir, proponer y auditar todo el proceso de la actividad minera en San Rafael Las Flores. Este sistema de participación pública se sustenta en bases de diálogo y reflexión en un ambiente pacífico, donde prevalece el bien común.

Población objetivo:

El plan de participación pública está dirigido a diversos sectores y niveles geográficos de población. De tal manera que se establecerán espacios de discusión con el sector educativo, de salud, ganadero, agricultores, magisterio, líderes comunitarios, ONG's, instituciones públicas, deportistas, proveedores de servicios, entre otros.

En cuanto a los niveles geográficos, se priorizará la información con la población de todas las comunidades y de la cabecera municipal de San Rafael Las Flores, y con algunos esfuerzos de información a nivel departamental y regional. Además, se incluirá dentro del proceso participativo al sector migrante de San Rafael Las Flores, tanto a las personas que habitan en la ciudad capital como a los que se encuentran en ciudades estadounidenses.

Enfoque del Plan de Participación Pública:

Tomando en cuenta el objetivo que se traza en este plan, es necesario que la empresa Minera San Rafael redoble sus esfuerzos en poner a disposición de la población, la información veraz de manera sencilla para que todos puedan asimilarla satisfactoriamente. Igual de importante es que la distribución de información, sean en los espacios donde se puedan recopilar opiniones y propuestas de la población, para someterlas a discusión y considerar su ejecución. Los espacios de diálogo que se implementen deberán ser respetados siempre.

Los espacios de intercambio, reflexión y diálogo que se proponen dentro del marco del presente plan deberán ser aceptados por la municipalidad y otras instituciones para que adquiera la validez y legitimidad necesaria.

Seguidamente se presenta el cronograma de actividades a desarrollar durante el tiempo de vida del proyecto. A pesar de que la mayoría de actividades se desarrollan en distintas fases del proyecto, existen etapas en las cuales estas actividades adquieren mayor relevancia.

Etapa/actividad	Años																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Exploración																					
Desarrollo de medios de comunicación: periódico, radio, tv	X	x	X																		
Cabildeo y negociación	x	x	x	x	x																
Grupos focales	x	x	x	X																	
Construcción																					
Buzón de quejas y sugerencias		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X		
Desarrollo del centro de atención al ciudadano		x	X																		
Página web y comunicación electrónica	X																				
Diálogo permanente y relaciones comunitarias	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Producción																					
Comunicación interna		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Charlas informativas y visitas al proyecto	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Seminarios profesionales			x						x				x				x				X
Alianzas estratégicas	x	x			x	x															
Cierre Técnico																					
Investigaciones comunitarias					x	x	x										x	x	x	x	x

Acciones del Plan:

A continuación se lista una serie de acciones que la empresa Minera San Rafael S. A., impulsará con el afán de contribuir a la construcción de un sistema de información equitativo y justo que permita a toda la población estar informada y tener la posibilidad de dar a conocer su punto de vista.

- i. Buzón de quejas y sugerencias: Se implementará un número de teléfono, un apartado postal y una dirección de correo electrónico para que la población pueda informar sobre algún daño o perjuicio causado por la actividad minera. Además, las sugerencias para mejorar la actividad de acuerdo al punto de vista de cada persona, podrán depositarse en este espacio.
- ii. Centro de atención al ciudadano: Tomando en cuenta el número alto de personas que tratan de acercarse diariamente a las oficinas de la empresa, se montará un sistema para que las personas que llegan sean escuchadas y puedan dar a conocer su opinión. Además durante su visita se tendrá siempre a la disposición, información sobre el estado actual del proyecto.
- iii. Alianzas estratégicas: Se procurará establecer alianzas con instituciones gubernamentales o no gubernamentales, para planificar y ejecutar acciones de desarrollo, que permitan además la retroalimentación y diseminación de información de la actividad minera.
- iv. Grupos focales e intercambio de información: Son acciones intencionadas donde la empresa y la población definen un procedimiento sistemático donde se pueda discutir, dialogar, reflexionar, intercambiar experiencias, materiales, documentos, tecnologías, etc. Son discusiones de distintos niveles de profundidad que enriquecen el acervo de los participantes debido al aprendizaje mutuo.
- v. Charlas informativas y visitas al proyecto: Estas actividades que se han venido realizando, y que continuarán desarrollándose periódicamente. El propósito es continuar ampliando las personas que han escuchado los detalles del proyecto, así como ampliar la gama de opiniones personales de cada participante.
- vi. Seminarios profesionales: En espacios públicos se procurará cada cierto tiempo, tener la participación de personas calificadas para hablar sobre el

tema de minería. El objetivo es reunir a personas que tengan opiniones distintas respecto al tema y poder debatir públicamente y en un ámbito respetuoso sus puntos de vista.

- vii. **Página web y correos electrónicos:** Tiene especial atención en esta acción, la población residente en la capital o fuera del país. El uso de la tecnología para acceder a información confiable y poder aportar su opinión será una ventaja para la población que habita alejada de San Rafael Las Flores.
- viii. **Diálogo permanente con la población:** Cada vez que se tenga la oportunidad de conversar con personas del pueblo y comunidades se mantendrán relaciones cordiales que permitan el intercambio de puntos de vista.
- ix. **Comunicación interna:** Dado que la mayoría de trabajadores actuales y futuros del proyecto son de San Rafael Las Flores es necesario aprovechar ese nexo. Se incrementará los esfuerzos para mantener informados a todos los trabajadores sobre el proceso, el estado actual y situaciones existentes. De esta manera, los mismos trabajadores estarán en capacidad de informar en sus hogares y comunidades lo que está sucediendo. Asimismo, los trabajadores estarán en capacidad de hacer ver en los espacios correspondientes, cualquier inquietud que encuentren en su comunidad.
- x. **Cabildeo y negociación:** En el caso de actores importantes con una posición opuesta al proceso minero se mantendrán relaciones cordiales y respetuosas. El propósito es lograr mantener actitudes pacíficas aún en opiniones distintas, de manera que se procurará mantener conversaciones que permitan la reflexión y retroalimentación con estos actores.
- xi. **Estrategia de comunicación:** Se continuará con el fortalecimiento de medios de comunicación masiva comunitaria como el periódico comunitario Buenos Días, radios comunitarias, tv por cable, etc. Los medios de comunicación deberán ser independientes y sin sesgos. El propósito es que además de sus programaciones y contenidos pongan a disposición del público la información respecto a la actividad minera.
- xii. **Investigaciones comunitarias:** Es un mecanismo mediante el cual se conforman equipos de investigación de temas específicos relacionados a la minería. Cada uno de los equipos se dedica a investigar profundamente el

tema de su competencia. Finalmente, los equipos exponen sus principales hallazgos y se construye un esquema de aprendizaje mutuo.

La Empresa constructora contratará mano de obra local de acuerdo a sus capacidades y a los requerimientos del puesto. Además, deberá informar por distintos medios (carteles, radioemisoras locales) los tipos de plazas disponibles e indicará cuando estas ya hayan sido ocupadas.

La Empresa exigirá a todos los trabajadores locales y de afuera de la zona, tener un comportamiento adecuado con los pobladores, especialmente con las mujeres, así como el respeto a sus costumbres. Se restringirá el uso de las vías de acceso para el personal del proyecto, para prevenir un uso ilegal o no autorizado del área del proyecto y evitar el relacionamiento innecesario de los trabajadores foráneos con personas de las comunidades.

A.9 Medidas para la Salud y Seguridad Ocupacional

La gestión en Salud y Seguridad Ocupacional se fundamenta en la Constitución Política de la República de Guatemala, en el Código de Salud y en el Código de Trabajo; los cuales establecen un marco normativo que debe ser cumplido en todas las actividades de la empresa Minera San Rafael.

El “Programa de Salud y Seguridad Ocupacional” pretende dictar los lineamientos básicos para asegurar una adecuada gestión de riesgos ocupacionales derivados de las operaciones, que podrían afectar en forma adversa la seguridad y la salud de los colaboradores, incluyendo a visitantes y contratistas.

Objetivo:

Planificar e implementar un Programa de Salud y Seguridad Ocupacional para garantizar el bienestar de los colaboradores del Proyecto Minero Escobal.

Estructura y Responsabilidad:

Se nombrará a un responsable de la Gestión de Salud y Seguridad Ocupacional, quien estará a cargo de la gestión integral de este tema, y se ubicará en el nivel 3 del Organigrama General de la Empresa. Será considerada como una Gerencia de Salud y Seguridad Ocupacional, al mismo nivel que se encuentra la Gerencia de Medio Ambiente y de Recursos Humanos (RRHH), reportando directamente a Gerencia de

Mina. Esta Gerencia estará adecuadamente soportada por personal competente, y conformada como mínimo con dos profesionales para apoyar áreas de Seguridad Industrial y otro para apoyar área de Salud Ocupacional, además del apoyo administrativo requerido.

El personal médico reportará a la Gerencia de RRHH, pues experiencias anteriores con otras empresas del Sector Minero han evidenciado que constituye la mejor práctica hacerlo de esta forma.

Asimismo, se nombrará un Comité de Salud y Seguridad Industrial, (Comité SSO) según lo normado en el artículo 5, inciso c) del Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, que textualmente dice: *“Son obligaciones de los patrones el c) Facilitar la creación y funcionamiento de las “Organizaciones de Seguridad” que recomienden las autoridades respectivas”*.

Este Comité deberá ser inscrito en la dependencia respectiva del IGSS, y según el número de colaboradores del Proyecto Minero Escobal, le corresponde tener como mínimo 8 miembros, 4 representantes de parte patronal y 4 representantes de los empleados; según lo establecido por el IGSS. El Coordinador de Seguridad Industrial será el responsable del Comité SSO.

Tomando como base lo estipulado en el Artículo 8 del Acuerdo 1002 de Junta Directiva del IGSS “Protección Relativa a Accidentes”, se establece que las funciones de este Comité serán, como mínimo, las siguientes:

ARTÍCULO 8: Las actividades de prevención de accidentes, la promoción de la salud ocupacional, la higiene y la seguridad en el trabajo, comprenden:

b) Vigilancia epidemiológica traducida en:

- Apoyo en la detección de riesgos ocupacionales del medio ambiente, físicos, químicos, biológicos, de carga física, mental y psicosocial, así como de naturaleza ergonómica.
- Vigilancia de los accidentes en general y de sus causas, así como de las enfermedades ocupacionales.
- Vigilancia del saneamiento básico industrial y de los efectos sobre el medio ambiente. Asesoría, vigilancia y control en el uso y manejo de agroquímicos y químicos industriales.

c) Asesoría y Vigilancia sobre el control, atenuación o supresión de los riesgos ocupacionales.

d) Información, formación y capacitación a la comunidad empresarial sobre higiene, seguridad, salud ocupacional, así como de las condiciones en el medio ambiente de trabajo.

e) Investigación y divulgación en materia de higiene, salud ocupacional, así como de las condiciones y medio ambiente de trabajo. Y,

f) Asesoría, supervisión y control a los servicios de medicina empresarial.

Así como se elaborará el Reglamento Interno de Trabajo, en conjunto con Gerencia RRHH, que aborde todas las directrices relacionadas con Salud y Seguridad Ocupacional. Este documento deberá encontrarse visible, y deberá ser divulgado a todos los colaboradores durante la inducción al puesto de trabajo, incluyendo a los contratistas. Una buena práctica es elaborar una “edición de bolsillo” con las principales normas, para entregarles durante la inducción.

Política de Salud y Seguridad Ocupacional

Se establecerá una Política de Salud y Seguridad Ocupacional, la cual será definida por la Dirección General de la Organización y se revisará periódicamente como parte de un proceso de mejora continua.

Esta política constituye el compromiso público, tangible y documentado respecto a la responsabilidad de la empresa en temas de SSO y la prioridad que el tema ocupa, y será divulgada a todos los colaboradores, incluyendo personal contratista y visitantes.

Identificación de Riesgos

Como punto de partida para iniciar la gestión de SSO, y como mínimo una vez al año, el Responsable de la Gestión de Salud y Seguridad Ocupacional, en colaboración con el Comité SSO, realizará un análisis de riesgos ocupacionales obteniendo como producto el perfil de riesgos ocupacionales, que deberá dejar debidamente registrado.

Para el efecto, deberán utilizarse metodologías reconocidas internacionalmente, para que los resultados obtenidos sean fidedignos. Todas las acciones subsiguientes del Programa de SSO, serán planificadas en base a estos resultados, muy especialmente el Programa de vigilancia médica del personal y el Programa de Capacitación.

Inspecciones Periódicas

El responsable de Seguridad Industrial implementará la práctica de realizar inspecciones de Salud y Seguridad Ocupacional programadas, en forma quincenal, utilizando una lista de chequeo previamente desarrollada, apoyándose también en el Comité SSO. Estas inspecciones deben quedar documentadas y emitirse recomendaciones que serán convertidas en acciones correctivas y acciones preventivas al Programa Salud y Seguridad Ocupacional. Debe dársele seguimiento a los hallazgos durante las reuniones periódicas del Comité SSO. Una práctica muy favorable en otras organizaciones ha sido, el invitar a diferentes personas de otros Departamentos, de todos los niveles y funciones, para realizar la inspección general conjuntamente con el equipo designado, con el fin de lograr el involucramiento de todos en la gestión de SSO.

Estadísticas de Incidentes, Accidentes y Enfermedad Ocupacional

En este tema se utilizará la definición y clasificación de accidentes laborales, proporcionadas por la Norma norteamericana ANSI 16.1, donde se mencionan una serie de criterios objetivos para definir un incidente o accidente ocupacional. Asimismo se establecerá la forma en que se dará cumplimiento al Acuerdo Gubernativo 191-2010 del Ministerio de Trabajo y Previsión Social, publicado en el Diario Oficial en noviembre de 2010, el cual exige el reporte inmediato de accidentes y enfermedades ocupacionales a la dependencia respectiva del Ministerio de Trabajo.

En base a lo solicitado por el Acuerdo mencionado, deberá implementarse un procedimiento para registro e investigación de incidentes y soportarlo con formatos previamente establecidos y con cursos de entrenamiento para el personal que los investigará. Básicamente deberán investigarse y documentarse factores como número de incidentes, causa inmediata, causa básica, gravedad potencial, personas entrevistadas, observaciones adicionales del equipo investigador, controles administrativos, de ingeniería, de equipo y de protección personal necesarios para impedir la reincidencia del caso.

En el tema de enfermedad ocupacional, el responsable del Servicio Médico deberá registrar e investigarse todas las enfermedades ocupacionales, tanto confirmadas como probables. Asimismo, también deberá llevarse estadística de la morbilidad de etiología común detectada en la Organización. Cada mes, el Responsable del Servicio Médico entregará un reporte de estadísticas, diferenciando la morbilidad común de la ocupacional.

Inducción y Capacitación de Colaboradores

Se implementará un proceso de inducción en SSO para colaboradores tanto internos como externos, y desarrollarse como punto de partida inicial, el Programa de Capacitación que se muestra en Cuadro 13.4 Para los años subsiguientes, Gerencia de RRHH, en conjunto con Seguridad Industrial, elaborará el Plan de Capacitación SSO en el mes de enero, tomando como base los resultados del último análisis de riesgo realizado el año previo.

En el tema de capacitación, los contratistas se gestionarán de la misma manera que los empleados de Minera San Rafael S.A. y todos recibirán inducción a las actividades de la Mina, así como capacitación de los riesgos específicos.

Todas las actividades de capacitación, incluyendo inducción al puesto de trabajo, deberán quedar registradas por Seguridad Industrial.

Cuadro 13.4 Programa de Capacitación

Factor de Riesgo	Grupo Foco*	Tiempo sugerido	Ingreso	Semestral	Anual
Política SSO de San Rafael	Gerencia, Colaboradores	0.5 hr	X		X
Reglamento Interno SSO	Gerencia, colaboradores	1 hr	X		X
¿Qué es Salud y Seguridad Ocupacional?	Colaboradores	0.5 hr	X		X
Reporte de incidentes, accidentes y enfermedad ocupacional	Colaboradores	1 hr	X		X
Metodología de Análisis de Riesgos	Staff SSO Staff médico	4 hr			X
Como realizar una matriz de EPP por puesto de trabajo	Staff SSO Staff Médico	2 hr			X
¿Cuáles son los riesgos presentes en mi puesto de trabajo?	Colaboradores	Depende del puesto de trabajo	X		X
Precauciones y recomendaciones generales durante su visita	Visitantes	1 hr	X		
Importancia de Orden y Limpieza	Colaboradores	1 hr	X	X	
Manipulación de químicos y medidas prevención	Ídem	2 hr	X	X	
Manipulación adecuada de productos químicos	Ídem	2 hr			X
Interpretación MSDS	Ídem	1 hr			X
Gestión del EPP, en forma general y específico según el puesto de trabajo	Ídem	2 hr		X	X
Sistema de permisos de trabajo especial	Supervisores	1 HR	X	X	
Prevención de Desórdenes musculo esqueléticos por factores ergonómicos	Colaboradores	1 HR			X

Sistemas de Permisos de Trabajos Especiales o Críticos

Se establecerá un sistema de permisos de trabajo, para cualquier trabajo identificado como peligroso o crítico, tales como, trabajos en altura, en espacios confinados, que puedan generar cualquier tipo de chispa (trabajos en caliente). Esto permitirá asegurarse que cualquier actividad, tanto rutinaria como no rutinaria, ha sido previamente analizada y se han considerado las potenciales consecuencias, riesgos asociados y precauciones necesarias.

Los formatos de permisos de trabajo deberán ser completados por personal competente del Departamento de SSO, y deben ser numerados en forma correlativa para llevar un mejor control de los mismos; siempre deberán estar visibles en el lugar donde se realiza el trabajo crítico.

Señalización

Los avisos de seguridad son esenciales para mantener informados a los colaboradores sobre los riesgos en el área y las respectivas medidas de control. El color juega un papel importante, porque llama la atención de las personas, las alerta y les recuerda que deben seguir ciertas instrucciones. Según el Código de Trabajo de Guatemala, todos los avisos de seguridad deberán estar en el idioma de los colaboradores. En el Cuadro 13.5 se presenta una guía para realizar la señalización:

Cuadro 13.5 Guía señalización

Color	Significado	Ejemplos
ROJO	PARE	Parar, no fumar, equipo contra incendios, dispositivos de parada de emergencia
AMARILLO (Se pueden utilizar franjas oblicuas amarillas y negras para identificar una fuente específica de peligro)	ATENCIÓN, PELIGRO	Precaución acerca de un peligro, adentro de las guardas de la maquinaria
VERDE	SEGURIDAD	Rutas de escape y puntos seguros, señales de continuar para personas o vehículos, estaciones de primeros auxilios, y equipo de rescate.
AZUL	ORGANIZACIÓN, INSTRUCCIÓN O INFORMACIÓN	
Señalización de Tuberías	Rojo: Agua caliente Azul: Agua fría Verde: Aire comprimido Amarillo: Gas, Blanco: Vacío	

Orden y Limpieza

Deberá asegurarse de mantener durante toda la Fase de Explotación, niveles óptimos de Orden y Limpieza, ya que la ausencia de éstos representa la causa número uno de enfermedades y accidentes en el trabajo. Para el efecto, se seguirán las siguientes premisas:

- i. El Responsable de Seguridad Industrial realizará un instructivo de trabajo de “Orden y Limpieza” y lo dará a conocer en la inducción que se imparta a cada colaborador interno o externo y a los visitantes.
- ii. Se dispondrá de contenedores especiales para los desechos. Los recipientes se colocarán, con tapadera, en lugares adecuados donde se produzcan desechos y se eliminarán diariamente. Estos deberán estar señalizados según el tipo de desecho a recolectar. Deberá tenerse especial cuidado con los desechos orgánicos, para evitar la proliferación de vectores.
- iii. La limpieza de las áreas donde se genere mucho polvo deberá realizarse dos veces al día. En caso de un derrame de sustancias químicas, se limpiará de inmediato utilizando los medios adecuados para hacerlo y el procedimiento descrito en el Plan de Contingencia en el capítulo 14.

Higiene Personal

Para prevenir daños a la salud de los colaboradores, se garantizarán óptimos niveles de higiene de los colaboradores. Para el efecto, se seguirán las siguientes premisas:

- i. Los colaboradores no podrán dormir, comer, beber o fumar en sus puestos de trabajo.
- ii. Se dispondrá de servicios sanitarios apropiados y adecuados para uso de los colaboradores, en óptimo estado de mantenimiento y funcionamiento y se proveerá de insumos para la limpieza personal.
- iii. Se proporcionará, dentro de la jornada laboral, 10 minutos para higiene personal antes de la comida y otros 10 minutos al finalizar la jornada. Debido a que es una práctica muy difundida entre los trabajadores, se prohibirá expresamente la limpieza corporal con aire comprimido o cualquier sustancia química como gasolina u otro solvente.
- iv. Para asegurar la disponibilidad adecuada de servicios sanitarios, se tomará como guía las siguientes especificaciones del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo del IGSS:

ARTICULO 97. Todo lugar de trabajo debe disponer de un número de inodoros o letrinas y mingitorios, proporcionado al número de trabajadores, dotados de agua abundante y papel higiénico, y de ser posible, con descarga automática.

El número de inodoros debe calcularse a base de un mínimo de uno por cada 25 hombres y de uno por cada 15 mujeres, cuando el número de trabajadores sea menor de 100; cuando se exceda de este número deberá instalarse un inodoro adicional por cada 30 trabajadores más. Deberán estar convenientemente separados los correspondientes a uno y otro sexo.

El número de mingitorios deberá calcularse sobre la base mínima de uno por cada 20 trabajadores. Pueden colocarse puestos de mingitorios por el sistema de canales, siempre que reúnan las condiciones de higiene indispensables para el aseo de los mismos.

Los tabiques que separan las cabinas deben dejar por lo menos un espacio libre de 0.30 centímetros de altura desde el suelo, con el objeto de permitir el lavado de los pisos.

Los pisos y paredes deben ser continuos, lisos e impermeables, y unos y otros de materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes. Este lavado deberá hacerse siempre que sea necesario y por lo menos una vez al día.

Los locales deben reunir buenas condiciones de desinfección, desodorización, supresión de emanaciones, ventilación, luz y desniveles de pisos, debiendo, cuando se disponga de alcantarillado estar unidos a éste, y en su defecto, a fosas sépticas u otra clase de tratamiento adecuado.

ARTÍCULO 98. En los locales destinados al aseo del personal habrá un lavamanos por cada 25 trabajadores. Estos locales deben ofrecer buenas condiciones de amplitud e higiene, de acuerdo con el número de trabajadores que hayan de utilizarlos, debiendo estar convenientemente separados los servicios correspondientes al personal masculino de los del femenino.

ARTICULO 99. En aquellos trabajos que por su índole especial resulten peligrosos para la salud, o marcadamente sucios, se debe disponer de lavamanos y duchas provistas de agua corriente fría y caliente. Deben ser como mínimo de una por cada

10 trabajadores. La cuarta parte de las duchas, por lo menos, deben instalarse en cabinas unipersonales.

El equipo de aseo: jabón, toallas, cepillos, etcétera, debe ser de uso exclusivo y personal de cada trabajador, guardarse en locales apropiados y ser suministrados por el propio patrono.

ARTÍCULO 100. Los locales destinados a lavamanos y duchas deben mantenerse siempre en perfecto estado de conservación y limpieza.

ARTICULO 101. Los locales destinados para que los trabajadores se desvistan o cambien de ropa, deben estar próximos a los lugares de trabajo, amueblados convenientemente, en número proporcional al de laborante y llenando las condiciones de iluminación, ventilación y cubicación necesarios.

ARTÍCULO 102. Los dormitorios destinados para trabajadores deben reunir las condiciones necesarias de iluminación, ventilación, cubicación y protección. Las paredes y pisos deben estar contruidos de materiales lisos de fácil limpieza. Los dormitorios deberán estar provistos de sus correspondientes y adecuados servicios sanitarios.

ARTÍCULO 103. A los trabajadores que deban laborar en lugares alejados de sus viviendas, cuando se queden a pernoctar en dichos lugares, debe proveérseles de dormitorios adecuados, capaces de defenderlos físicamente de los agentes atmosféricos. Podrán ser contruidos, totalmente o en parte, de madera, paja, caña u otros materiales y estar provistos de techos, ventanas y puertas adecuados. Las cercanías de estos dormitorios deberán estar siempre limpias y libres de inmundicias de cualquier especie.

ARTICULO 105. Cuando por la índole del trabajo, los laborantes deban comer en los lugares de trabajo, estos contarán con locales adecuados destinados para este propósito; que deben reunir las condiciones de iluminación, ventilación y cubicación necesarias, estar amueblados convenientemente, provistos de los medios necesarios para el aseo del trabajador, y dotadas de lugares especiales para guardar alimentos, recalentarlos, y para lavar trastos. Los comedores deberán mantenerse en las mejores condiciones de aseo y limpieza.

A.9.1 Manipulación Segura de Productos Químicos

El punto de partida de cualquier programa de manipulación de químicos es contar con toda la información concerniente a los mismos, en todas las actividades. Para la Fase de Explotación, el Responsable de Seguridad Industrial deberá realizar un inventario químico detallado con cada uno de los productos químicos almacenados y utilizados, incluyendo la siguiente información:

- i. Nombre y Número CAS
- ii. Uso dentro de la Empresa
- iii. Información del Fabricante: Nombre, teléfono, teléfono de emergencia, dirección
- iv. Características del producto
- v. Ubicación física dentro de la Empresa
- vi. Determinación de Peligrosidad:
- vii. Número Naciones Unidas
- viii. Clase
- ix. Hoja de seguridad o MSDS cada uno de los químicos manipulados. (En español y última versión)
- x. Peligros
- xi. Materiales incompatibles
- xii. Condiciones de almacenamiento según hoja de seguridad
- xiii. Emergencias: ¿Puede causar una emergencia?
- xiv. Elementos para responder adecuadamente una emergencia
- xv. Uso y Almacenamiento
- xvi. Cantidad almacenada
- xvii. ¿Se requiere acceso restringido al área de almacenamiento?
- xviii. ¿Se requiere restringir el área donde son usados?
- xix. ¿Se podría eliminar la utilización o sustituirlos por otros?
- xx. ¿Cuáles son las actividades críticas en que se ven involucradas?
- xxi. ¿Requieren permisos de trabajo para su manipulación?

Los colaboradores expuestos a sustancias químicas serán capacitados y entrenados para que aseguren su competencia, de acuerdo al Programa de Capacitación, y serán incluidos prioritariamente dentro del programa de vigilancia médica ocupacional.

A.9.2 Manipulación de Sustancias Inflamables y Combustibles

Con el objeto de evitar cualquier tipo de incidente, que pudiera tener consecuencias catastróficas, es necesario tomar las siguientes precauciones:

- i. Los cilindros de gas propano se ubicarán en áreas externas protegidas y señalizadas; con acceso restringido y sujeto a inspección periódica y a programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los recipientes.
- ii. Las áreas estarán identificados y señalizadas con “NO FUMAR”. Estarán aisladas de fuentes de calor.
- iii. Se vigilará el uso de herramientas y evitar que los colaboradores porten objetos personales, ropa y zapatos que puedan producir chispas.
- iv. Los locales permanecerán limpios, sin restos de sustancias inflamables que haya quedado en el piso.
- v. Se contará con equipo para extinción de incendios, como toneles de arena, palas y extinguidores.
- vi. Los recipientes fijos de almacenamiento de sustancias inflamables, así como las tuberías que conducen las mismas, se identificarán con letreros que indiquen el contenido y el riesgo específico. Las tuberías contarán con sistemas que interrumpan el flujo y permitan su aislamiento en caso de cualquier reparación.
- vii. Los recipientes fijos de almacenamiento se llenarán hasta un máximo del 90% de su volumen, y estarán provistos de dispositivos, como alarmas, que eviten que se rebalse el límite establecido.
- viii. Es preferible que no existan recipientes portátiles, que contengan sustancias inflamables, pero si fueran extremadamente necesarios, se mantendrán herméticamente cerrados e identificados con letreros que indiquen contenido y peligrosidad.

A.9.3 Gestión de Equipo de Protección Personal (EPP)

El Responsable de Seguridad Industrial deberá planificar e implementar la gestión del EPP, en base a los riesgos ocupacionales identificados en el Análisis de Riesgo; para el efecto deberá realizar una matriz de puesto de trabajo versus el EPP necesario.

Como mínimo deberá utilizarse el siguiente equipo, considerado como básico; adicionalmente, y dependiendo de los factores de riesgo en cada puesto de trabajo, se establecerá el equipo específico a utilizar.

- a) Uniforme de trabajo: Deberán utilizarse pantalón y camisa manga larga de preferencia, siempre metida por dentro del pantalón.
- b) Protección para la cabeza: Para los puestos dentro del túnel, deberá utilizarse casco especial, al igual que otros puestos de trabajo con riesgo de caída de objetos en cabeza. Para el resto de puestos de trabajo, que realizan su actividad a la intemperie y no ingresan a talleres o bodegas, se recomienda el uso de sombrero para disminuir los efectos de la radiación solar.
- c) Protección de pies: Se usarán botas con punta de acero, excepto los trabajadores del interior del túnel, que deberán utilizar botas impermeables.
- d) El Responsable de Seguridad Industrial elaborará un instructivo sobre el uso, cuidado y descarte adecuado del EPP, incluyendo premisas como las siguientes:
 - i. El EPP nunca deberá usarse con otros propósitos.
 - ii. Cuando no se use, deberá mantenerse en lugares limpios y secos y protegidos de temperaturas extremas, así como de la luz brillante.
 - iii. El EPP respiratorio debe guardarse en una bolsa plástica sellable, tipo zip lock, pues la luz, el calor, la suciedad y los contaminantes ambientales contribuyen al deterioro de la goma, los plásticos y los productos sintéticos de goma.
 - iv. Nunca se guardará ropa o equipos de protección en las áreas donde se guardan los productos químicos.

A.9.4 Vigilancia Médica Ocupacional de Colaboradores

La gestión en Salud Ocupacional se fundamenta en la Constitución Política de la República de Guatemala, en el Código de Salud, en el Código de Trabajo y específicamente en el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo; que en el artículo 5, inciso d) establece como obligación patronal: “*Someter a exámenes médicos a los trabajadores para constatar su estado de salud y su aptitud para el trabajo antes de aceptarlos en su empresa, y una vez aceptados, periódicamente para control de su salud*”.

El objetivo de Salud Ocupacional es establecer, documentar y mantener un programa para mantener y mejorar la salud de los colaboradores en sus ocupaciones, mediante la planificación e implementación de actividades integradas de Salud Ocupacional.

Para cumplir el objetivo antes mencionado, se considerarán las siguientes definiciones:

Medicina del trabajo:

Es la actividad médica destinada al estudio del trabajador y sus ocupaciones, mediante diferentes actividades de vigilancia de la salud, con el objeto de mejorar sus condiciones de salud.

Medicina preventiva:

Comprende el conjunto de actividades dirigidas a la promoción de la salud. Se dedica a la prevención de cualquier suceso que sea impactante para la Empresa, la familia y la comunidad donde vive el trabajador. Se pretende educar a los colaboradores sobre los efectos que los factores de riesgo pueden causar en la salud y la manera de prevenirlos.

Examen médico ocupacional:

Consisten en evaluaciones médicas de salud ocupacional que se realizan al trabajador al ingresar a trabajar, durante el vínculo laboral, y una vez concluido el vínculo laboral, así como cuando cambia de tarea o reingresa después de un período de incapacidad >20 días. Incluye actividades como: toma de talla, toma de peso, toma de presión arterial, frecuencia cardíaca, test para evaluar visión y audición.

Historia médico ocupacional:

Expediente, físico o virtual, que documenta la historia médico ocupacional del trabajador. Deberá iniciarse en el momento del examen médico pre-ocupacional y será retenida al menos por 20 años después que el trabajador se retire, para poder trazar potenciales enfermedades profesional que se presenten después de un largo período de latencia.

Exámenes pre empleo:

Evaluaciones médicas que tienen el objetivo de evaluar las condiciones de salud del aspirante al puesto de trabajo, previo a su ingreso, para verificar si existen incompatibilidades entre los requerimientos del puesto a desempeñar y sus condiciones de salud e identificar los problemas de salud hasta el momento no identificados.

Exámenes de retiro o desvinculación:

Evaluaciones médicas para evaluar las condiciones de salud del trabajador al momento de su retiro, para determinar si existe o no deterioro del estado de salud que pudiera vincularse a la exposición de riesgos ocupacionales. Se tratarán de realizar siempre al personal que se desvincule de la empresa, no obstante, por no encontrarse dentro de la legislación nacional se consideran de carácter voluntario.

A.9.5 Identificación de riesgos

Al menos una vez al año, el Departamento de Seguridad Industrial, conjuntamente con el Servicio Médico y Comité SSO, realizará un análisis de riesgos ocupacionales obteniendo como producto el perfil de riesgos ocupacionales, que deberá dejar debidamente registrado.

Basado a experiencias en otros proyectos mineros similares, se anticipa que los riesgos significativos durante la Fase de Explotación serán los siguientes:

- Potenciales lesiones (irritaciones, cáncer, fatalidad) por contacto con sustancias químicas (plomo y otros metales pesados utilizados para la extracción del metal, solventes derivados del petróleo, etc.)
- Lesiones respiratorias por presencia de sílice y otro material particulado.
- Hipoacusia y otras lesiones extra auditivas por presencia de ruido.
- Lesiones dermatológicas por presencia de humedad en túneles.

- Lesiones oftalmológicas inherentes al trabajo de minería (nistagmo del minero).
- Exposición a riesgos biológicos por contacto con fauna y flora propia del lugar (picaduras de insectos, mordeduras de serpientes, particularmente Enfermedad de Chagas, endémica de la región), y por contacto con material bioinfeccioso en caso de los servicios de salud. Así como exposición a diferentes zoonosis transmitidas por roedores o murciélagos dentro del túnel.
- Lesiones por realización de trabajos riesgosos (especialmente trabajo en espacios confinados y trabajos eléctricos).
- Lesiones por accidentes vehiculares o con maquinaria pesada.
- Fatiga, cefalea, deshidratación y otros síntomas por exposición a condiciones climáticas adversas por trabajo a la intemperie (radiación solar, lluvia, calor, humedad, etc.)
- Desórdenes músculo esqueléticos por presencia de factores ergonómicos, como posturas incómodas, manejo de cargas físicas y en menor grado, trabajo con pantallas visuales de computadora.
- Estrés laboral por presencia de factores psicosociales (vivir en campamentos aislados de la familia, problemas conyugales, soledad, propensión a abuso de alcohol y otras sustancias adictivas).
- Lesiones en manos o pies por uso de herramientas corto contundentes.
- Exposición a riesgos químicos por manipulación de sustancias químicas.
- Lesiones circulatorias o micro circulatorias por presencia de vibraciones (incluyendo Fenómeno de Raynaud).

A continuación se presenta el Programa de Vigilancia Médica Ocupacional, con base a los riesgos mencionados:

Vigilancia Médica de los Colaboradores

a) Exámenes pre empleo y periódicos:

a. Cubrimiento: Pre- empleo: 100% del personal que ingrese.

b. Periódicos: 100% del personal que se encuentra laborando en la empresa.

2. Responsable: Servicio Médico

a) Fecha: Pre-empleo: Permanente, cada vez que ingrese un nuevo trabajador.

b) Periódicos: Se define la frecuencia en los respectivos protocolos.

Tipo de examen pre empleo, cubrimiento y criterios de exclusión:

Los puestos de trabajo se dividirán en tres grupos, según su grado de exposición, de la siguiente forma:

- i. Grupo 1: Puestos de trabajo con alta exposición (ejemplo, todos los relacionados directamente con Operación)
- ii. Grupo 2: Puestos de trabajo con exposición media (ejemplo, puestos que no se relacionan directamente con la operación, como trabajadores administrativos del campamento)
- iii. Grupo 3: Proveedores de Servicios de Alimentación y de Salud (ejemplo, personal médico y paramédico, cocineros, meseros).

En el Cuadro 13.6 se detallan los exámenes pre- empleos necesarios, según el Grupo de Trabajo; así como los criterios de exclusión desde el punto de vista médico ocupacional, que no serían compatibles con las actividades inherentes al mencionado grado de exposición.

Cuadro 13.6 Matriz de puesto de trabajo y criterios de exclusión médicos ocupacionales

Puesto de Trabajo	Criterios de Exclusión
Grupo 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Migraña severa, Síndromes vertiginosos 2. Alteraciones hepáticas o renales 3. Desórdenes psiquiátricos 4. Cáncer 5. Vías respiratorias: Sinusitis a repetición, bronquitis, EPOC, asma 6. HTA descompensada 7. Diabetes descompensada o insulino dependiente 8. Edad: <18 años, >55 años 9. Mujeres embarazadas o lactando 10. Alcohólicos diagnosticados 11. IMC ≥ 30 (obesidad) 12. Laboratorios: anemia, leucopenia, trombocitopenia, proteinuria, hematuria
Grupo 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. HTA descompensada 2. Diabetes descompensada 3. IMC >35 4. Orina: Proteinuria/hematuria
Grupo 3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Patologías de piel o respiratorias superiores infectocontagiosas. 2. Edad >55 años 3. Diabetes descompensada o insulino dependiente 4. VDRL +

En el cuadro 13.7, se presenta el detalle de exámenes médicos ocupacionales recomendados para una adecuada vigilancia de la salud de puestos de trabajo identificados con alta exposición y que han sido clasificados como Grupo 1.

Cuadro 13.7 Protocolo de Exámenes Médicos para Grupo 1

Examen pre- empleo	Examen periódico en forma anual	Criterios de exclusión
Examen médico ocupacional*	Examen médico ocupacional*	<ul style="list-style-type: none"> • Neurológicos: Migraña severa,-Síndrome vertiginosos o trastornos del equilibrio, Neuropatía periférica • Alteraciones hepáticas o renales • Desordenes psiquiátricos • Cáncer • Vas respiratorias: Sinusitis a repetición, bronquitis, EPOC, asma, hiperactividad bronquial, rinitis • Trastornos metabólicos: HTA descompensada • Otros: Edad: <18 años, >55 años, embarazadas o lactando (por lo que deberá hacerse prueba de embarazo, previa autorización de la aspirante al puesto de trabajo) • Alcohólicos diagnosticados
Índice de Masa Corporal	Índice de Masa Corporal	IMC \geq 30 (obesidad)
Hematología completa, determinación de niveles de Pb Zn	Hematología completa	Discrasias sanguíneas: anemia, leucopenia, trombocitopenia
Pruebas de función hepática	Pruebas de función hepática	Solicitar las siguientes pruebas de función hepática: Transaminasas, Fosfatasa Alcalina, Bilirrubina, Colesterol total, Triglicéridos.
Pruebas de función renal	Pruebas de función renal	BUN y Creatinina.
Glicemia	Glicemia	Diabetes descompensada o insulino dependiente.
Orina, Metales Pesados Antimonio Bismuto Arsénico y Mercurio Orina en ayuno 100 cc (cuantitativa)	Orina	Proteinuria, hematuria,
Heces	Heces	Tratar cualquier parasitosis (vigilar especialmente presencia de <i>Anquilostoma duodenales</i> y <i>Necátor americanus</i>)
Rx Tórax A/P Al ingreso o en período máximo de 6 meses después de su ingreso	En años subsecuentes: Rx Tórax A/P, 3 años después, si el estudio 1 fue normal. Rx Tórax A/P, 2 años después, si el estudio 2 fue normal.	
Pruebas funcionales respiratorias (Espirometría)	Pruebas funcionales respiratorias (Espirometría: solo si hay hallazgos + en examen físico)	Se hace anualmente solo si se encuentran hallazgos positivos en el examen físico, sino se puede hacer cada 2 años.
Audiometría basal, tonal de tamizaje (Expuestos a mayor de 85 dB).	Audiometría tonal de tamizaje	Utilizar criterio NIOSH "15 dB twice" : Consiste en un cambio del umbral auditivo de 15 dB o más en cualquier frecuencia desde los 500 hasta los 6,000 Hz. de cualquier oído, que está presente

Puede efectuarse pre exposición o hasta 30 días después de su ingreso		en una audiometría anual y que persiste en la misma frecuencia y en el mismo oído en la siguiente audiometría, con respecto a la audiometría basal.
EKG	EKG	Solo si hay hallazgos + en examen físico
Oftalmológico	Oftalmológico	Incluye: agudeza visual con Cartilla de Snellen como tamizaje, referir a oftalmólogo los casos con Agudeza visual <20/20, percepción de colores y examen clínico.

En el cuadro 13.8, se presenta el detalle de exámenes médicos ocupacionales recomendados para una adecuada vigilancia de la salud de puestos de trabajo identificados con baja exposición y que han sido clasificados como Grupo 2.

Cuadro 13.8 Protocolo de Exámenes Médicos para Grupo 2

Examen pre- empleo	Examen periódico en forma anual	Criterios de exclusión
Examen médico ocupacional*	Examen médico ocupacional*	Trastornos metabólicos: -Hipertensión arterial descompensada
Índice de Masa Corporal	Índice de Masa Corporal	IMC ≥ 35 (obesidad mórbida)
Glicemia	Glicemia	1. Diabetes descompensada 2. Diabetes insulino dependientes
Orina	Orina	Proteinuria, hematuria
Heces	Heces	Tratar cualquier parasitosis (vigilar especialmente presencia de anquilostoma duodenales y necátor americanus)
Oftalmológico	Oftalmológico	Incluye: agudeza visual con Cartilla de Snellen como tamizaje, referir a oftalmólogo los casos con Agudeza visual <20/20, percepción de colores y examen clínico.

En el cuadro 13.9 se presenta el detalle de exámenes médicos ocupacionales recomendados para una adecuada vigilancia de la salud de puestos de trabajo que prestan servicios de salud y de alimentación los cuales han sido clasificados como Grupo 3.

Cuadro 13.9 Protocolo de Exámenes Médicos para Grupo 3

Examen pre empleo	Examen periódico en forma anual	Criterios de exclusión
Examen médico ocupacional*	Examen médico ocupacional*	Patologías de piel o del tracto respiratorio superior infectocontagiosas.
Glicemia	Glicemia	Diabetes descompensada o insulina dependiente
VDRL ²	Cada año (médicos)	
Heces ³	Cada año (médicos)	Tratar cualquier parasitosis (vigilar especialmente presencia de anquilostoma duodenales y necátor americanus)
Tarjeta de Sanidad	Se exigirá cada año al proveedor de alimentos, incluye: Rx Tórax Heces VDRL	Tratar cualquier anomalía. Casos de tuberculosis activa
Raspado de uñas	Cada año (manipuladores de alimentos)	Tratar cualquier anomalía
Oftalmológico	Oftalmológico	Agudeza visual con Cartilla de Snellen

VDRL²: Venereal diseases Research laboratories: examen de sangre que se hace para detectar sífilis.

A.9.6 Programas específicos de Salud Ocupacional

Dentro del PSSO se gestionarán programas específicos, producto del análisis de riesgos ocupacionales. Para la Fase de Explotación se gestionarán los siguientes programas específicos:

Dirigidos a Grupo 1:

- Conservación de la Audición
- Manipulación Segura de químicos (incluyendo almacenamiento en bodega)
- Protección Respiratoria
- Estrés Térmico

Dirigidos a Grupos 1 y 2:

- Riesgo Ergonómico

Dirigidos a Grupo 1, 2 y 3:

- Riesgo Bioinfeccioso
- Gestión de EPP

En el cuadro 13.10 se presenta el detalle de los programas de gestión, indicando el responsable, objetivo, actividades a realizar, grupo foco y fecha de realización.

Cuadro 13.10 Programas de Gestión específicos de Salud Ocupacional

Programa	Objetivo	Actividad	Fecha
1. Conservación Audición	Establecer VE* de Hipoacusia a colaboradores expuestos	Audiometría	Q1
2. M 2. Manipulaciones seguras de Químicos.	Minimizar riesgos químicos	1. Realizar un inventario químico detallado 2. Capacitar y entrenar Expuestos	Q1
3. Protección Respiratoria	Establecer VE* de daño pulmonar	Espirometría	Q1
4. Riesgo Bioinfeccioso	Establecer VE* de Bioinfecciones	A determinar	Q1 de cada año
5. Riesgo Ergonómico	Minimizar riesgo ergonómico, tanto por esfuerzo físico, posturas incómodas, trabajo repetitivo o trabajo con pantallas visuales de computadora.	1. Adaptar puestos de trabajo 2. Programa de Acondicionamiento físico con pausas saludables	Q2
6. Estrés Térmico	Limitar efectos adversos de temperaturas elevadas, mediante reducción de exposición, aclimatación e hidratación adecuada.	1. Identificar colaboradores susceptibles, asegurar hidratación adecuada, con distribución de suero oral. 2. Reducir carga de calor metabólico. 3. Aclimatar nuevos trabajadores 4. Optimizar estado físico general	Inicia Q2 y continúa en forma permanente
7. Gestión de EPP*	Garantizar la escogencia, uso, almacenamiento y descarte del EPP.	1. Elaborar matriz de EPP/puesto de trabajo 2. Gestionar adecuadamente EPP	Q1

Actividades de Consulta Ocupacional

Examen post incapacidad: Tiene como objetivo evaluar a colaboradores que hayan tenido incapacidades por enfermedades o accidentes (común u ocupacional), para evaluar si sus condiciones físicas y psicológicas son aptas para continuar desarrollando sus funciones habituales con el fin de determinar si necesita una reubicación permanente o transitoria

Cubrimiento: para el personal que tenga incapacidades por cualquier causa de más de 20 días.

Responsable: Médicos de la Mina.

Fecha: Permanente

Actividades de Promoción en Salud

Vacunación: Tiene como objetivo realizar prevención primaria de enfermedades comunes transmisibles mediante la inmunización específica; se encuentra bajo responsabilidad de Médicos de Sitio.

En el cuadro 13.11 se presenta el detalle de las inmunizaciones necesarias, indicando el grupo foco, fecha de realización y periodicidad requerida por tipo de inmunización.

Cuadro 13.11 Programa de Inmunización

Inmunización	Dirigida a	Fecha	Periodicidad
Influenza	Todos los grupos	Q4 de cada año	Anual
Toxoide tetánico	Grupo 1	Q4 de cada año	1 dosis inicial 2ª Dosis al mes Refuerzo al año Refuerzo cada 10 años
Hepatitis B	Grupo 3-Alimentos	Q4 de cada año	1 dosis inicial 2ª dosis al mes 3ª dosis a 6 meses
Vacuna Fiebre Amarilla	Personal que por razones del trabajo deba viajar a zonas endémicas (como América del Sur)	Cuando sea necesario	1 dosis inicial Refuerzo cada 10 años

Vida Saludable: Tiene como objetivos el promover el auto-cuidado de la salud, practicar exámenes de laboratorio que indiquen el estado global de salud y promover hábitos de vida saludables.

Actividad: Toma de perfil lipídico, ácido úrico, orina y glicemia.

Responsable: Médicos de Sitio

Fecha: Q4 de cada año

Registro y estadísticas de salud: Tiene como objetivo el conocer el estado y la causa de ausentismo, así como conocer la morbilidad más frecuente de los colaboradores y las causas de incapacidad para establecer necesidades de prevención y de educación.

Cubrimiento: 100% del personal

Responsable: Si más médicos de Sitio

Fecha: Permanente. Recopilación de estadísticas mensuales.

Establecimiento de Clínicas Médicas

Con el objetivo de garantizar una adecuada atención médica en el Mina, se asegurará de cumplir con los siguientes aspectos en las Clínicas Médicas:

Recurso Humano en Clínica Médica:

Debe existir siempre un médico de turno así como un enfermero de turno, con colegiatura activa en el Colegio Médico de Guatemala, con conocimientos avanzados de respuesta a trauma y con conocimientos intermedios de Medicina Ocupacional.

Funciones del Servicio Médico:

Debe realizar exámenes de forma preventiva a los colaboradores. Asimismo, debe involucrarse en la realización de auditorías sobre salud ocupacional I (higiene, etc.).

Ubicación e instalaciones:

Debe asegurarse que la clínica se encuentre accesible para el ingreso de vehículos. Asimismo, que en el interior de la clínica existan óptimas condiciones de Orden y Limpieza, condiciones adecuadas de iluminación y ventilación, aire acondicionado con adecuado mantenimiento, ventanas con cedazo, agua fría y caliente, sala de espera en buen estado, y sistemas de comunicación interna y externa en óptimo, por teléfono y radio.

Instalaciones:

Las instalaciones deben ser amplias, con espacios separados, materiales formales de construcción, pintadas de color blanco, y de preferencia las paredes recubiertas con azulejo blanco para garantizar una adecuada limpieza. El personal médico debe contar con habitación separada, y en óptimas condiciones. Los baños para personal médico y pacientes deben estar en óptimas condiciones, con inodoro, lavamanos y ducha, con azulejo color blanco.

Orden y limpieza en clínicas:

Las instalaciones deben contar con condiciones óptimas de orden y limpieza. Asegurarse que todas las estanterías están etiquetadas, que los equipos y medicamentos se encuentren identificados, indicando fecha de vencimiento, y que la limpieza al área se realice como mínimo dos veces al día.

Equipo:

Deben existir camillas, bancas para sala de espera, escritorios, archivos para almacenar los expedientes, estanterías con y sin llave para almacenar medicamentos,

refrigeradora destinada a medicamentos o inmunizaciones y el equipo médico propiamente en óptimo estado. Debe asegurarse que el equipo médico se guarde en condiciones donde no ingresa polvo.

Preparación y respuesta ante emergencias médicas:

Debe existir un botiquín avanzado de primeros auxilios, camilla y equipo médico necesario para mantenimiento, traslado y evacuación médica de colaboradores enfermos o lesionados. Asimismo, deben existir procedimientos escritos para responder en forma adecuada a emergencias médicas, y un procedimiento de evacuación de pacientes (MEDVAC), que deben ser probados en simulacros.

Medicamentos:

El servicio médico debe hacer un listado de medicamentos necesarios, con base en el perfil de riesgo ocupacional, y asegurarse de la adecuada disposición y almacenamiento.

Documentación:

Se deben de contar con expedientes médicos ocupacionales para cada colaborador, y con protocolos médicos para diagnóstico y tratamiento de enfermedades y accidentes, tanto comunes como ocupacionales. Así como debe contarse con un procedimiento para el descarte de desechos de naturaleza bioinfecciosa

La información mínima documentarse en el expediente médico ocupacional es:

- a. Nombre completo (apellido, nombre)
- b. Fecha de nacimiento
- c. Compañía responsable
- d. Fecha del último certificado de aptitud médica, nombre del médico y estado de aptitud.
- e. Peso a su arribo
- f. Antecedentes medicos y quirúrgicos
- g. Antecedentes alérgicos
- h. Dieta a seguir
- i. Vacunación
- j. Tratamiento médico a seguir
- k. Fecha de ingreso al campamento
- l. Fecha de salida
- m. Eventos que ocurrieron durante su estancia

A.10 Plan de Manejo de Materiales Peligrosos

Se define como material peligroso, todo aquel producto o sustancia que por sus características físicas y químicas representa un riesgo para la salud de los seres humanos, los bienes o el medio ambiente. Para especificar un poco más esta generalidad, se considera un material peligroso los materiales explosivos, los gases almacenados bajo presión, los líquidos inflamables, los sólidos inflamables y/o combustión espontánea, las sustancias agresivamente oxidantes, las sustancias tóxicas u infecciosas, los materiales radioactivos y las sustancias corrosivas entre otros. Muchos de estos productos son insumos productivos en industrias, y en el caso del Proyecto Minero Escobal, algunos materiales peligrosos serán de uso normal en el proceso productivo.

Este Plan de Manejo de Materiales Peligrosos (PMMP) contempla el manejo requerido para todos los materiales peligrosos, ya sean sólidos, líquidos o gaseosos, que se comprarán, transportarán y almacenarán dentro de la infraestructura de la futura Mina de Plata Escobal. Como se indicó anteriormente, esto incluye el área de minado subterráneo, la planta de proceso, los depósitos de colas o relaves, sitios de almacenamiento de materiales (bodegas), etc.

El PMMP cubre tanto la construcción como la fase de operación del Proyecto Escobal. Este constituye un documento inicial que deberá ser revisado y modificado conforme el Proyecto avance.

La respuesta ante derrames que puedan ocurrir fuera de los sitios de operación está contemplada en el Plan de Contingencias. La disposición de desechos peligrosos está cubierto en la sección “Plan de Manejo de Desechos Peligrosos” de este documento.

Este documento es una guía para el manejo, almacenamiento y transporte de los insumos industriales peligrosos, conforme a las mejores prácticas internacionales, que se utilizarán durante la construcción y la operación del Proyecto Minero Escobal. Estas prácticas tienen como objeto evitar el deterioro del ambiente natural y los impactos negativos potenciales sobre la salud y la seguridad de los trabajadores y de la comunidad cercana al área del Proyecto. El propósito de este plan es cumplir con la filosofía de negocios de Minera San Rafael, S.A. la política de Responsabilidad Social Empresarial y los requisitos legales de la República de Guatemala.

El objetivo de este plan de manejo de materiales peligrosos es evitar los accidentes que pudieran resultar de fugas, explosiones, incendios o exposiciones insalubres, durante el transporte, la manipulación y almacenamiento de estas sustancias, que pudiera resultar en pérdidas materiales, impactos sobre la salud de los trabajadores o impactos sobre el medio ambiente.

En resumen, los objetivos específicos son los siguientes:

- a) Cumplir con los requisitos legales de la República de Guatemala y los lineamientos corporativos de Minera San Rafael;
- b) Cumplir con los compromisos ambientales estipulados en el Estudio de Impacto Ambiental aprobado para el Proyecto Escobal;
- c) Minimizar los efectos potenciales adversos a la salud y la seguridad de los trabajadores o al medio ambiente, asociados con el manejo de materiales peligrosos y sus desechos;
- d) Proporcionar las Mejores Prácticas de Manejo (MPM) en el tema de los materiales peligrosos.

A.10.1 Políticas Corporativas

Minera San Rafael tiene una clara política de Responsabilidad Social Empresarial, política que cubre todas sus actividades empresariales. Esta política, en su apartado sobre el medio ambiente, establece el compromiso de operar la mina y proyectos de manera ambientalmente responsable. Esta responsabilidad exige minimizar los impactos sobre el ambiente natural a través de prácticas operativas seguras y la educación de los trabajadores y contratistas que trabajan en sus instalaciones.

La política de Responsabilidad Social Empresarial también es clara en cuanto a la salud y seguridad ocupacional de sus trabajadores, tema que incluye por supuesto el manejo adecuado de sustancias peligrosas, objeto de este documento.

A.10.2 Regulaciones, Guías y Otros Documentos

Este Plan ha sido preparado dentro del marco que confieren las leyes ambientales y relativas al tema de la República de Guatemala. Lo anterior incluye:

- Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente
- Ley y Reglamento de Minería
- Código de Salud
- Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios
- Reglamentos sobre el Transporte, Almacenamiento y Manejo de Explosivos
- Ley de Hidrocarburos
- Reglamento sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo

Se utiliza como base para la clasificación de materiales peligrosos, el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos, desarrollado por la Organización de Naciones Unidas. También se hace referencia y se apoya en las guías y regulaciones de Health Canada, organismo de salud canadiense, que proporciona normativas sobre salud ocupacional y manejo seguro de materiales. Se hace también uso, de algunos instrumentos del National Fire Prevention Agency de los Estados Unidos de América, en particular el documento NFPA 704.

Existe un Código Internacional para el Manejo del Cianuro, el cual incluye procedimientos y guías para la manufactura, transporte, almacenamiento y uso de esa sustancia. Aun cuando en Escobal se utilizarán cantidades relativamente pequeñas de este insumo, se observarán las recomendaciones del Código.

A.10.3 Actividades de Manejo

Tanto durante la construcción como durante la fase de operación, el Proyecto Minero Escobal utilizará insumos que son clasificados como peligrosos.

Durante la construcción, y en particular durante la construcción de los túneles para minado subterráneo, se hará uso de explosivos, tal y como se detalló en el Estudio de Impacto Ambiental elaborado y aprobado para esta actividad. También durante la construcción se utilizarán combustibles y otros derivados de petróleo (fluidos de transmisión, lubricantes, fluidos hidráulicos, etc.) tanto para maquinaria móvil como estacionaria.

Durante la puesta en marcha y la operación y en particular para el proceso de flotación secuencial, se utilizarán diferentes insumos químicos, denominados colectores, promotores, espumantes o depresores del proceso de flotación. Estos,

junto a los combustibles y otros derivados de petróleo que se utilizarán en la maquinaria y equipos, constituyen el grueso de los materiales peligrosos que se utilizarán en Escobal.

Dentro del proceso de construcción y en la operación se utilizarán algunos insumos no considerados o clasificados como peligrosos, tales como cemento, agua, varillas de acero y otros materiales de construcción, y materiales inocuos que se utilizarán durante la operación, los cuales no serán objeto directo de este plan de manejo.

A.10.4 Evaluación de los Peligros: Sustancias Químicas y Combustibles

Compras y Adquisiciones

El departamento de compras y adquisiciones notificará al gerente de seguridad ocupacional y al gerente ambiental, sobre las compras de materiales peligrosos. Se recomendará la compra de alternativas de productos y de empaques ambientalmente más amigables, cuando estos estén disponibles en el mercado. Estos productos deberán preferirse si fueran razonables en cuanto a precio y disponibilidad.



Los reactivos de laboratorio, pinturas y otros químicos requeridos para el mantenimiento de las instalaciones, serán comprados en cantidades mínimas, de manera que se evite mantener un inventario excesivo en las bodegas de la instalación, que eventualmente haya que desechar.

Las hojas de seguridad (MSDS) de cada producto considerado peligroso deben acompañar los envíos. El administrador de la bodega será el responsable de archivar estas hojas y de proporcionar copias al gerente de seguridad ocupacional y al personal médico o a la clínica. A su arribo al sitio del proyecto, el departamento de compras será el encargado de clasificar los productos como peligrosos y asegurarse que el producto se encuentre debidamente etiquetado y que se almacene correctamente. Se notificará al departamento de Seguridad Ocupacional de la llegada de cualquier nuevo tipo de insumo considerado peligroso, que no haya sido

identificado previamente. El Anexo 12 contiene las fichas de seguridad de los productos a utilizar.

Se llevará un inventario detallado de todos los materiales peligrosos, junto con sus cantidades, su destino, el supervisor responsable de su uso y de la cantidad y disposición de los desechos que los mismos generen.

Todos los materiales serán almacenados conforme a lo establecido en las MSDS, en las bodegas asignadas hasta el momento de su uso. El combustible y los aceites serán almacenados en la gasolinera y no serán enviados al campo en bidones o barriles, salvo autorización del departamento de Seguridad Ocupacional y el visto bueno del departamento de Medio Ambiente.

Se podrán almacenar cantidades limitadas de herbicidas y otros pesticidas, mayormente para propósitos de jardinería y control de plagas.

El proceso de compras y abastecimiento de materiales peligrosos será revisado periódicamente para evaluar alternativas ambientalmente menos peligrosas y su disponibilidad en el mercado.

Etiquetado y Rotulado

El departamento de compras se asegurará que todos los materiales peligrosos sean recibidos en su recipiente o empaque original con sus etiquetas de fábrica. Se espera que las etiquetas incluyan como mínimo la siguiente información:

- Nombre y dirección del fabricante o distribuidor,
- Nombre comercial, número CAS y formulación química,
- Nombre común de la sustancia,
- Instrucción de manejo, almacenaje y el uso seguro del producto;
- Advertencias sobre su uso;
- Instrucciones de primeros auxilios y recomendaciones médicas sobre el tratamiento en caso de exposiciones,
- Fecha de fabricación y vencimiento;
- Contenido neto del envase

Se evitará en la medida de lo posible, transferir productos a recipientes distintos al de fábrica. Sin embargo, si esto fuera indispensable, el supervisor de la obra que

requiere el producto, se asegurará que el nuevo recipiente sea claramente identificado y etiquetado, con los símbolos propios del producto. Todos los empleados que utilicen el producto deberán estar familiarizados con la etiqueta y los símbolos de seguridad del producto.

Los sitios de almacenamiento de los materiales peligrosos estarán claramente rotulados con indicaciones claras sobre el grado de peligrosidad del material. Se recomienda usar el rotulado propiciado por el National Fire Prevention Agency de los Estados Unidos.

Hojas de Seguridad (MSDS)

El departamento de Seguridad Ocupacional es responsable de que todo trabajador que manipule materiales peligrosos tenga acceso a las hojas de seguridad de los productos. Una copia electrónica o en papel de la hoja de seguridad del producto se mantendrá en el sitio de almacenamiento y uso, lo mismo que en la clínica de primeros auxilios, a disposición de los médicos. Igualmente, el departamento de Seguridad Ocupacional será responsable de brindar entrenamiento al personal para la interpretación adecuada de las hojas de seguridad y las etiquetas de los productos.

Manipulación

El supervisor de cualquier trabajador que tenga que manipular materiales peligrosos es el encargado de comprobar que el material está siendo manipulado y utilizado conforme a las instrucciones del fabricante y la información de las hojas de seguridad. El supervisor se asegurará que los trabajadores están al tanto de los riesgos, están adecuadamente entrenados y cuentan con los equipos de protección personal, para la manipulación del producto peligroso. Por último, el supervisor verificará que los trabajadores están familiarizados con los procedimientos de emergencia en caso de derrames.

Almacenamiento

El encargado de bodegas y cada supervisor que tenga almacenado en su departamento correspondiente materiales que se consideren peligrosos, será el responsable del almacenamiento adecuado, conforme a las especificaciones del fabricante y las hojas de seguridad del producto.

Se deberá contar con las condiciones de almacenamiento adecuadas para cada producto teniendo en cuenta la reactividad del producto y las condiciones de incompatibilidad con otros materiales. En términos generales, estas condiciones son:

- Inspeccionar el envase al momento de su recepción para verificar su etiquetado y la integridad física del mismo
- No estibar a mayor altura que la recomendada por el fabricante
- Ventilación adecuada
- No almacenar con materiales incompatibles
- En condiciones de humedad y temperatura adecuadas
- Materiales susceptibles a derrames se colocarán sobre un piso adecuado con algún sistema de contención de derrames
- Protegido del contacto con equipos en movimiento
- En embase o empaque adecuado, ya sea primario o secundario
- El almacén deberá contar con medidas de seguridad para evitar pérdidas por robo o por uso inadecuado.

A.10.5 Almacenamiento de Combustibles

Para la construcción y la operación de la Mina Escobal se instalará y operará una estación de almacenamiento y transferencia de combustibles, siguiendo las leyes y reglamentos aplicables de la República de Guatemala, conforme a las disposiciones del MEM establecidos en la Ley de Comercialización de Hidrocarburos y su reglamento. La misma será para el almacenamiento de 40,000 galones de aceite diesel y los tanques serán aéreos (sobre el terreno).

Se deberá contar con procedimientos estándar de operación (SOP) por escrito, para el abastecimiento de los tanques de combustible en superficie y para el manejo seguro de la instalación. Estos procedimientos no son el objeto de este plan.

Se contará con los servicios de una empresa autorizada y certificada, para la recolección y correcta disposición de los hidrocarburos usados, tales como aceites lubricantes usados, fluidos de transmisión, combustibles contaminados, etc.

A.10.6 Almacenamiento de Explosivos

En la apertura de túneles se utilizará alrededor de 10 toneladas de explosivos mensualmente. Se utilizarán explosivos tipo ANFO, de uso estándar en la industria de la construcción y la minería, a través de una empresa contratista, certificada en

Guatemala. Este servicio incluirá el personal, el transporte, almacenamiento y manejo de los explosivos. Durante la fase de construcción se instalará un almacén para explosivos o polvorín, el cual será ubicado y construido conforme a las normas vigentes de Guatemala y será en todo momento custodiado por personal militar.

A.10.7 Almacenamiento de Líquidos en Barriles y otros Contenedores

A continuación se dan algunas guías para el almacenamiento de barriles y contenedores de hidrocarburos, químicos y otros líquidos peligrosos:

- Los barriles serán inspeccionados cuidadosamente a su arribo a la bodega;
- Se mantendrán etiquetados correctamente según lo estipulado arriba;
- Se observarán las instrucciones de almacenaje del fabricante;
- Se almacenarán en posición vertical, nunca horizontalmente;
- Se almacenarán sobre tarimas o sobre bermas de contención;
- Los líquidos serán separados conforme a su incompatibilidad;
- El área de almacenamiento será de acceso restringido;
- Se colocarán los rótulos de seguridad correspondientes (p. ej.: No Fumar);
- Se almacenarán de manera que se facilite la inspección visual.

En la eventualidad que se observe algún goteo o filtración, se reemplazará el contenedor de manera inmediata y se limpiará el derrame. En caso de derrames mayores se observarán las medidas indicadas abajo.

Transporte

El transporte de cualquier material peligroso hacia el sitio del Proyecto será hecho por el proveedor o por un transportista calificado. El departamento de Compras, en conjunto con el departamento de Seguridad Ocupacional, se asegurará que los conductores de los vehículos de transporte hayan sido entrenados adecuadamente en cuanto a rutas seguras, respuesta ante derrames y respuesta ante otros tipos de emergencias. Igualmente se asegurarán que los vehículos cumplan con las normas de seguridad requeridas para el tipo de transporte. Personal del departamento de Seguridad Ocupacional revisarán los vehículos antes del ingreso a la propiedad de la empresa para asegurar sus condiciones de seguridad.

Se cumplirá con los protocolos de los fabricantes para el transporte y almacenamiento seguro de materiales peligrosos. Se tomará en cuenta las recomendaciones del Código Internacional para el Transporte y Manejo del Cianuro, para el transporte de este material.

Antes de la movilización interna de cantidades pequeñas de material dentro de los límites del proyecto, el encargado del almacén verificará que el personal que manipulará el producto está debidamente entrenado en el uso y en las medidas de seguridad inherentes. Se verificará que el vehículo de transporte sea adecuado y seguro.

Los camiones cisterna para el abastecimiento interno de combustible, el camión taller y los vehículos utilizados para el transporte de materiales peligrosos estarán equipados con equipo de limpieza de derrames y extinguidores del tipo y tamaño adecuado para el material que está siendo transportado.

Compatibilidad de Materiales

La incompatibilidad de materiales puede causar accidentes a las personas o al ambiente y originar fallas en equipos como resultado de la corrosión, de la gasificación tóxica, por incendios o por explosiones. Como ejemplos se puede mencionar la incompatibilidad de las sales de cianuro con los ácidos, cuya mezcla podría generar ácido cianhídrico sumamente tóxico, o la cercanía de oxidantes como el cloro a equipos metálicos acelerando la corrosión.

La compatibilidad de materiales abarca tres aspectos:

- Compatibilidad de los productos químicos con su envase;
- Compatibilidad de los diferentes productos químicos al mezclarse, y
- Compatibilidad del envase con el ambiente donde se encuentra.

Se debe emplear prácticas de almacenamiento reconocidas y las Mejores Prácticas de Manejo para evitar la mezcla de materiales incompatibles. La incompatibilidad de los materiales debe estar claramente especificada en la etiqueta de cada producto.

A.10.8 Cuidado de las Instalaciones

Parte del cuidado de las instalaciones de trabajo es el mantenimiento de un ambiente de trabajo ordenado y limpio, lo que contribuye con los esfuerzos de control de la contaminación. La capacitación periódica de los trabajadores sobre técnicas para el cuidado de las instalaciones para aquellas áreas en las que existe el potencial para un derrame minimizará la posibilidad de derrames accidentales causados por el mal manejo de productos químicos o de equipo.

Algunos ejemplos del buen cuidado de las instalaciones incluyen:

- Almacenamiento pulcro y ordenado de los materiales;
- Medidas para el almacenamiento de paquetes o barriles para evitar que sobresalgan a los pasillos abiertos o zonas de paso;
- Limpieza rápida de los líquidos derramados para evitar que penetren en el suelo o que lleguen a las aguas superficiales;
- Barrer, aspirar y limpiar rápidamente cualquier desecho;

Mantener el interés del empleado en el buen cuidado de las instalaciones es una parte vital de este Plan. Los métodos para mantener los objetivos del cuidado de las instalaciones incluirán inspecciones regulares, discusiones sobre el buen cuidado de las instalaciones en las reuniones e incentivos por mantener un buen cuidado.

Control y Prevención de Derrames

Un derrame se define como una descarga incontrolada, no planeada y por ende no autorizada de una sustancia peligrosa al medio ambiente. Cualquier derrame en cantidades superiores a los 5 litros o que afecte una superficie superior a los 4 metros cuadrados, ocurrida en clima seco, deberán ser reportados al departamento de medio ambiente mediante el formulario adecuado. Si estuviera lloviendo, el incidente deberá ser reportado cualquier derrame superior a los 2 litros.

Prevención de Derrames

Para evitar derrames, todos los trabajadores y contratistas deberán observar las siguientes medidas:

- Programar el mantenimiento de los equipos;
- Mantener el empaque o embase adecuado y el etiquetado del material peligroso;

- Mantener el orden en el sitio de almacenamiento y en las áreas de trabajo;
- Uso de los equipos de manejo requeridos y los procedimientos de manipulación indicados, incluyendo el uso de contenciones portátiles cuando se requiera;
- Asegurar o amarrar de manera segura los contenedores durante el transporte.
- Respetar las reglas de tráfico.

Todos los transportistas, contratistas y empleados que transporten materiales peligrosos deberán cumplir con las regulaciones guatemaltecas y las recomendaciones del fabricante y las especificadas en la hoja de seguridad del producto y con las recomendaciones del punto anterior de este plan.

Durante la construcción, el Gerente de la Construcción es el responsable de implementar las medidas de prevención y respuesta ante derrames, suministrando los materiales requeridos para prevenir, contener y limpiar derrames, y de la disposición adecuada del material contaminado, conforme a la legislación guatemalteca y de manera aprobada por el departamento ambiental.

Respuesta ante Derrames

Si ocurriese un derrame durante el transporte de materiales peligrosos, fuera de los límites de la propiedad, se implementarán los procedimientos indicados en el Plan de Respuesta ante Emergencias.

En el caso de un eventual derrame, se seguirán los siguientes procedimientos:

- Se avisará al gerente de seguridad ocupacional y al gerente ambiental de forma inmediata. Si se tratara de un derrame mayor, se avisará de inmediato al gerente general;
- Identificar y controlar la fuente de la contaminación;
- Apagar motores y cualquier otra fuente de ignición;
- Colocarse los equipos de protección personal necesarios para el manejo del material peligroso y los materiales contaminados;
- Confinar el producto derramado y prevenir que este llegue a áreas frágiles o sensibles. El confinamiento se hará construyendo diques de tierra, desplegando material absorbente o aplicando cualquier otra acción confinante;
- Recolectar los suelos o el agua contaminada y almacenarlos en lugares seguros tales como barriles, contenedores sellados, geomembranas, etc. Transportar a sitios de almacenamiento temporal designado por el gerente de ambiental.

- Medir o caracterizar los niveles de contaminación en el sitio del derrame y en los materiales contaminados utilizados para recoger el derrame.
- Tratar o disponer adecuadamente el material contaminado, conforme a lo indicado por el gerente ambiental.
- Establecer la cantidad y la ubicación del material contaminado;
- Preparar el informe de derrame y entregarlo al gerente ambiental dentro de un período de 24 horas después del incidente.

El informe deberá incluir al menos los siguientes datos:

- Material derramado
- Cantidad del derrame
- Ubicación del derrame
- Fecha y hora del derrame
- Tipo de terreno afectado
- Descripción de las circunstancias que condujeron al derrame
- Descripción de las acciones que se siguieron para contener y limpiar el derrame
- Condiciones adversas observadas en las personas y en el medio ambiente
- Tomar fotografías ilustrativas del incidente

Entrenamiento y Comunicación

En conjunto, el departamento ambiental y el de seguridad ocupacional establecerán un curso de inducción para el personal involucrado en el manejo de materiales peligrosos. Se dará énfasis en el etiquetado, en la interpretación de las hojas de seguridad de los diferentes productos, la manipulación adecuada, el almacenamiento y la respuesta ante derrames.

Cada jefe de departamento tiene la responsabilidad de asegurarse que su personal haya recibido la capacitación en almacenamiento, manipulación, uso correcto de equipos de protección personal, disposición adecuada de desechos y procedimientos de respuesta ante emergencias. Se mantendrá un registro de la participación del personal en los entrenamientos, labor que le corresponde al departamento de recursos humanos.

A.10.9 Manejo de Desechos

Disposición de Materiales y Desechos Peligrosos

Cualquier tipo de material peligroso que no se pueda utilizar para su objeto original y deba ser eliminado, pero sigue conservando sus características físicas y químicas, debe ser considerado un desecho o residuo peligroso.

En términos generales, se considera que la mayor parte de las sustancias peligrosas serán consumidas en el proceso industrial minero y que las cantidades de residuos peligrosos serán mínimas. Sin embargo, se generará residuos asociados al tipo de empaque de aquellos materiales peligrosos que no sean comprados y entregados “a granel”.

Estos desechos o residuos peligrosos requieren de un manejo especial, y nunca pueden ser mezclados con los residuos industriales regulares considerados no peligrosos.

Los desechos de materiales peligrosos tales como suelos y aguas contaminadas por derrames, materiales de limpieza de derrames, trapos sucios, piezas usadas, lodos residuales, envases usados del material peligroso y otros materiales asociados deberán ser almacenados temporalmente en el sitio del proyecto designado por el gerente ambiental. Este sitio deberá estar debidamente contenido para evitar derrames.

Si existieran condiciones adecuadas, el material contaminado será tratado en el sitio. Tal es el caso de los suelos contaminados con hidrocarburos, que podrán tratarse en una pila de detoxificación o de tratamiento.

Desechos sólidos no tratables en el sitio, deberán ser enviados a un relleno sanitario especial, o enviados a un incinerador autorizado. De ser posible, la empresa gestionará la instalación de su propio incinerador, que le permita disponer prontamente de algunos desechos peligrosos, incluyendo los desechos de la clínica de primeros auxilios.

En la medida de lo posible, los envases y otros empaques que puedan ser reutilizados serán retornados al fabricante. En otros casos, se estudiará el reuso de algunos envases, siempre y cuando estos puedan ser limpiados efectivamente, de modo que

no conlleven un riesgo para la salud y el medio ambiente (por ejemplo, barriles de aceites lubricantes, que puedan reusarse como depósitos de basura).

En ningún momento, los desechos peligrosos serán otorgados a terceras personas para su uso, a menos que se trate de alguna empresa especializada en el tratamiento de dichos productos. Se recomienda prohibir a los trabajadores del Proyecto el uso personal de los desechos de materiales peligrosos.

Aceites Lubricantes Usados

La cantidad de aceites usados se mantendrá bajo inventario. Este inventario incluirá el total de aceite que se genera y almacena en diferentes sectores de la instalación minera. Para la recolección, manejo y almacenamiento de aceites usados se seguirán las siguientes recomendaciones:

- Todos los recipientes para almacenar aceite usado tendrán tapa y permanecerán cerrados todo el tiempo salvo cuando se agrega o remueve aceite usado;
- Los materiales contaminados con aceites usados, tales como trapos embebidos en aceite, filtros de aceite usados, absorbentes usados para limpiar derrames serán colocados en un barril con tapa;
- Los aceites usados y materiales contaminados con aceite serán almacenados por aparte de otros desechos, rotulando claramente el sitio de almacenamiento;
- El sitio de almacenamiento de aceites usado contará con algún sistema de contención secundaria, tal como una berma de protección que impida la contaminación del suelo natural y de las aguas.

Recipientes Vacíos y Material de Empaque

Se tomarán las siguientes medidas para disminuir el uso indebido y no autorizado de recipientes impregnados con materiales peligrosos:

- Los recipientes vacíos de materiales peligrosos serán separados de los recipientes vacíos de materiales inocuos;
- Los recipientes vacíos será claramente rotulados como “vacíos”;
- Se llevará un inventario de la cantidad de recipientes vacíos de materiales peligrosos
- El supervisor de área se mantendrá vigilante de que los recipientes vacíos no sean usados para actividades no autorizadas y menos para uso personal.
- Cuando sea posible, los recipientes serán devueltos al fabricante para su reuso.

- Se debe analizar la posibilidad de reusar el recipiente siempre y cuando sea posible lograr una limpieza y descontaminación efectiva, que no origine ningún riesgo para la salud, las relaciones comunitarias y el medio ambiente.
- Disposición del recipiente en un relleno sanitario especial;
- Disposición del recipiente, previa limpieza y descontaminación en el relleno sanitario de la empresa o en un incinerador aprobado.
- En algunos casos, podría ser más seguro inutilizar el recipiente de modo que no sea reutilizado por personas no autorizadas.
- El proceso de limpieza y descontaminación requiere de un triple enjuague, la neutralización química de algunos componentes, y disposición adecuada de los líquidos de enjuague.
- Remover las etiquetas originales e identificadoras de la empresa y remarcar como “vacío”.

Los materiales de empaque, en particular las cajas de madera y las bolsas plásticas que contienen el cianuro, deberán destruirse e incinerarse, sin salir de la propiedad de la empresa. Otros empaques de materiales peligrosos podrán ser destruidos y enviados a algún relleno sanitario especial, fuera de las instalaciones o a un incinerador.

Desechos de Laboratorio y de la Clínica

Todos los residuos líquidos del laboratorio serán neutralizados, recolectados en bidones y serán incorporados al proceso industrial periódicamente.

Los desechos médicos serán colocados en contenedores especiales y posteriormente incinerados o enviados a un incinerador certificado.

Suelos Contaminados con Hidrocarburos

Se construirá un área para el tratamiento de suelos contaminados con hidrocarburos. Para la instalación del sitio de tratamiento se escogerá un sector con suelo impermeable, o adecuadamente recubierto con arcillas o liner sintético y techado. El sitio de tratamiento deberá contar con bermas para evitar que los hidrocarburos migren hacia afuera del sitio de tratamiento.

Durante la operación de las instalaciones de biotratamiento, los suelos impactados deberán ser arados o removidos de manera rutinaria para oxigenar los suelos, como parte del proceso de tratamiento. Antes de remover los suelos tratados fuera de las

instalaciones, se deberán realizar un análisis químico de hidrocarburos totales en los suelos (TPH) para evaluar la efectividad del tratamiento. Las concentraciones de TPH en los suelos tratados deberán ser menores que 100 partes por millón (ppm) antes de ser trasladados fuera de las instalaciones.

Los materiales removidos pueden ser utilizados como material intermedio para cubrir el relleno sanitario o como material para la recuperación del relleno en el sitio del proyecto.

Manejo de Desechos Sólidos

En la medida de lo posible, los desechos sólidos serán reusados internamente, enviados a sitios de reciclaje aprobados y en última instancia enviados a un relleno sanitario que cumpla con estándares de protección a la salud humana y al ambiente. Algunos desechos sólidos podrán ser incinerados dentro de la instalación de la mina, siempre y cuando se cuente con un incinerador adecuado y que cumpla con la normativa (BM). Se recomiendan los siguientes procedimientos de disposición de desechos sólidos:

- Los desechos orgánicos vegetales (desechos vegetales de comidas, residuos mantenimiento de jardines, podrán ser compostados mediante lombricultura o bacterias, o dispuestos en el relleno sanitario de la empresa o en un relleno sanitario autorizado ;
- El resto de los desechos orgánicos se deben disponer en un relleno sanitario;
- Se harán esfuerzos para reciclar materiales no peligrosos, si estos tuvieran mercado en Guatemala, tales como papel, vidrio, latas de aluminio y algunos tipos de plásticos.
- Se recomienda ubicar en las áreas de oficina, máquinas destructoras de papel, lo que facilitará su reciclaje.

Recolección de Desechos

Se recomienda que el Departamento Ambiental mantenga el control y la supervisión de la recolección de desechos. Este departamento mantendrá personal y un vehículo dedicado a esta importante función. Este departamento establecerá un cronograma de recolección, definirá los sitios de recolección, los sitios de acopio temporal y el manejo del relleno sanitario y del incinerador si existieran.

El resto del personal de los diferentes departamentos colaborará activamente con el reciclaje de materiales y utilizando los depósitos de desechos adecuadamente.

La clasificación y separación de los diferentes tipos de desechos se hará desde la fuente generadora de los desechos, para lo cual el encargado del Departamento Ambiental mantendrá reuniones con los encargados de áreas para definir el tipo de desechos y el manejo en la fuente que se les dará. Con base en estas reuniones se definirá el tipo de recipientes que se colocarán en cada área de trabajo.

El personal de cada área será entrenado y supervisado en el correcto manejo de los desechos.

Relleno Sanitario e Incinerador

Se diseñará y construirá un relleno sanitario que cumpla con la normativa guatemalteca, en particular los requerimientos del Ministerio de Salud. Se construirá un relleno pequeño con operación de tipo manual.

El sitio para el relleno sanitario se escogerá de forma que no se encuentre cerca de nacimientos, ríos o quebradas, sitios inundables o inestables, o de muy alta fracturación y permeabilidad.

El relleno contará con un sistema de derivación de aguas de lluvia y algún sistema de recolección de lixiviados. Para minimizar los lixiviados, se recomienda que las zanjas en operación del relleno, estén cubiertas o techadas.

Depósito de Chatarra

Se designará un sitio para depositar los residuos de metal, partes usadas, equipos usados y otros materiales inertes como partes plásticas. Este depósito se mantendrá cercado y en el mejor estado de orden posible, de forma que sea fácil identificar materiales que podrían ser reutilizados en el mismo proceso.

Semestralmente se dispondrá de la chatarra no utilizable y se venderá o donará para ser reciclada.

B. Programa de Mitigación de los Efectos bajo Tierra

Este programa se refiere a las medidas que deberán de implementarse sobre todo para la protección de los trabajadores, bajo tierra. Las medidas de salud ocupacional y de seguridad industrial indicadas en el inciso A.9.6, serán de aplicación para los colaboradores que trabajarán bajo tierra.

Las técnicas de control del polvo (partículas) en las operaciones de perforación de rocas, son de dos tipos: Técnicas por vía húmeda; y, Técnicas por evacuación en seco.

El método vía húmeda consiste en la introducción de agua a través del barreno, hasta el fondo del taladro que se está perforando, consiguiendo de esta forma la fijación del polvo a medida que se va produciendo y justo en el lugar de origen.

La evacuación en seco se utiliza, cuando el análisis de las diferentes condiciones técnicas de una labor desaconseja la vía húmeda como sistema de barrido y por consiguiente como sistema de control del polvo, se hace necesario el uso de equipos perforadores dotados de captadores de polvo que eliminen éste justo a la salida de la boca del taladro.

La Empresa deberá establecer un programa completo de protección respiratoria a los trabajadores que incluirá:

- i) Monitoreo periódico del aire;
- ii) Capacitación de los trabajadores;
- iii) Selección de máscaras respiratorias;
- iv) Determinación médica de la habilidad del trabajador para desempeñar el trabajo mientras utiliza una máscara respiratoria;
- v) Examen de idoneidad del respirador; y,
- vi) Mantenimiento, inspección, limpieza y almacenamiento de máscaras respiratorias.

La Empresa deberá garantizar las condiciones que debe cumplir una ventilación adecuada, siendo estas las siguientes:

- i. Flujo del aire: En todas las labores subterráneas deberá mantenerse un flujo de aire limpio y fresco suficiente en relación con el número de personas y/o

las operaciones que se ejecuten en su interior. El volumen mínimo de aire necesario por persona, se encuentra entre 3 a 6 m³/minuto, al cual deben agregarse entre 3 y 6 m³/minuto por cada caballo de vapor de los motores diesel que operan en la mina (cuando la concentración de CO en el aire es de 0.06 a 0.12%).

- ii. Ventilación Mecánica: La velocidad promedio del aire en todo lugar de trabajo no será inferior a 0.25 m/s. Debe mantenerse una velocidad de por lo menos 0.1 m/s en espacios grandes. La velocidad de aire en galerías destinadas a la circulación de personas no debe superar los 6.0 m/s.
- iii. Acceso y salida de aire: Las instalaciones y demás dispositivos de entrada y salida de aire deberán ser absolutamente independientes.
- iv. Gases tóxicos: Los gases tóxicos, especialmente el dióxido de carbono, el monóxido de carbono que se encuentren en el interior de las minas, no deberán exceder del 0.5% CO y 0.1% CO.
- v. Corrientes de aire viciado: Las corrientes de aire viciado deben ser cuidadosamente desviadas de las diferentes faenas y galerías de tránsito del personal.
- vi. Bolsas de gases: Si se llegara a constatar la presencia de bolsas de gases, las galerías deberán disponer de equipos de detección de gases y atmósferas explosivas. En dichas áreas se utilizarán herramientas, lámparas, etc., antideflagrantes.
- vii. División de la corriente de aire. La corriente general de ventilación se dividirá interiormente en ramales a fin de permitir que todas las labores reciban una distribución proporcional de aire limpio y fresco.
- viii. Evaluaciones técnicas de ventilación: Deberá efectuarse la evaluación técnica al inicio de la introducción del sistema de ventilación en los túneles y cuando se efectúen cambios en el circuito, que afecten significativamente el esquema de ventilación.
 - o Cuando la concentración de dióxido de carbono (CO₂), alcanza un nivel de 1.0 % se debe prohibir el acceso a mina.

- Cuando la concentración de óxidos de nitrógeno (NOx) sea de 300 ppm, con 30 ppm de NO₂ el período de exposición máxima debe ser de 5 minutos. Si la concentración es de 100 ppm NOx (con un máximo de 10 ppm de NO₂), el tiempo máximo de exposición debe ser de 15 minutos, por turno de trabajo
- El contenido en oxígeno tiene que ser de por lo menos 19%. La concentración de ácido sulfhídrico (H₂S) no debe ser superior a 20 ppm.
- La intensidad acústica de los aparatos de perforación no debe exceder los 106 dB (A) a una distancia de 1 metro.

13.2 Organización del Proyecto y Ejecutor de las Medidas de Mitigación

Las medidas de prevención, control, mitigación y compensación durante las fases de construcción de las instalaciones y facilidades y la explotación y procesamiento del mineral y el cierre técnico, si fuese el caso, serán ejecutadas por el personal de la Unidad Ambiental de la Empresa. Sin embargo, cada colaborador de la Empresa será capacitado para conocer las políticas y prácticas ambientales, y tendrá la responsabilidad de reportar cualquier peligro ambiental o situación al supervisor de turno.

13.3 Seguimiento y Vigilancia Ambiental (Monitoreo)

La Empresa Minera San Rafael, S. A. implementará un plan de monitoreo ambiental y cumplirá con los lineamientos establecidos por el MARN, además de lineamientos internacionales como Banco Mundial, Corporación Financiera Internacional (CFI), Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), Organización Mundial de la Salud (OMS) y Administración de la Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA), según el componente que sea monitoreado. El objetivo de este plan es obtener datos de la calidad ambiental en las etapas de construcción, operación y cierre del proyecto el Escobal, y monitorear los impactos al ambiente que podría generar el mismo, por medio de metodologías compatibles, para que los resultados obtenidos se puedan comparar en el tiempo con la línea base de referencia, y de ser necesario tomar las medidas adicionales necesarias para mitigar impactos. Los datos de monitoreo se recopilarán para lograr los siguientes objetivos específicos:

- Detectar tendencias a corto y largo plazo;
- Reconocer los cambios ambientales y analizar las causas;
- Revisar y mejorar el programa de monitoreo; y,
- Perfeccionar las prácticas y procedimientos para la protección del ambiente.

El plan de monitoreo empleará las mismas metodologías utilizadas en la línea base, ya que esto permitirá la comparación de resultados y definirá las acciones necesarias para la recuperación ambiental, si fuera necesario.

El monitoreo iniciará en la construcción del Proyecto y continuará hasta tres años después de haber concluido exitosamente el cierre de las instalaciones, es decir será por 22 años. El Plan de Monitoreo incluirá los siguientes componentes:

- Calidad ambiental
- Calidad del aire ambiental;
- Niveles de presión sonora ambiental;
- Vibraciones;
- Calidad del agua;
- Aguas superficial y subterránea;
- Descarga de piletas y planta de tratamiento;
- Desempeño del plan de manejo;
- Geoquímica de la roca estéril y colas secas;
- Componente Biótico (flora, fauna y biología acuática);
- Salud y Seguridad Ocupacional; y,
- Divulgación.

Dentro de los componentes a evaluar se seleccionaron los parámetros que servirán como indicadores de los potenciales impactos del Proyecto sobre el ambiente. Los datos que se generen en el Plan de Monitoreo Ambiental se evaluarán para tomar las decisiones correctivas, si fuera necesario.

13.3.1 Calidad Ambiental

13.3.1.1 Calidad del Aire Ambiental

Parámetros a Medir:

El parámetro a medir será el PM₁₀ (material particulado igual o menor a 10 micrones), gases de combustión (SO₂ y NO₂) y partículas sedimentables totales; en cada estación durante 24 horas.

Puntos de Monitoreo:

Se realizarán mediciones de PM₁₀, en siete estaciones en el área del Proyecto, las cuales se describen en el Cuadro 13.12 y se muestran en la Figura 13.4.

Metodología y Frecuencia:

Las mediciones de realizarán haciendo pasar un flujo de aire durante 24 horas por el equipo de medición, que cumplirá con las especificaciones del método analítico de la USEPA, apéndices de la parte 50, título 40, capítulo 1.

Cuadro 13.12 Estaciones de monitoreo de calidad del aire ambiental

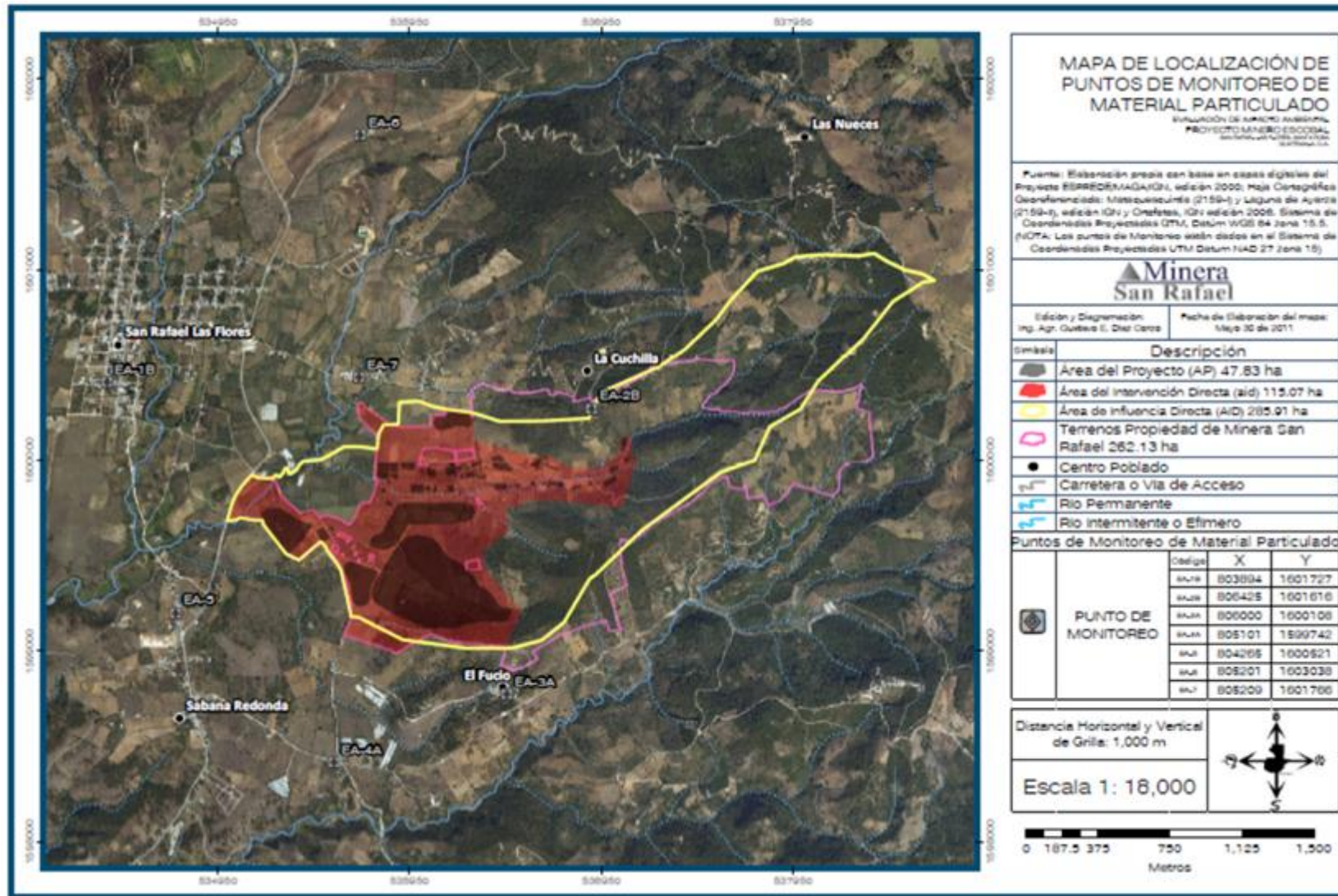
Estación	Coordenadas UTM		Descripción
	x	y	
EA-1B	803894	1601727	Escuela de San Rafael
EA-2B	806425	1601616	Comunidad La Cuchilla
EA-3A	806000	1600108	Aldea El Fucío
EA-4A	805142	1599903	Ubicado al sur del depósito de colas secas
EA-5	804216	1600508	Aldea Sabana Redonda, al sur-oeste del Proyecto
EA-6	805168	1603247	Al norte del Proyecto, ruta a Mataquescuintla
EA-7	805184	1601962	Aldea Los Planes

En todas las estaciones se realizarán mediciones de la siguiente manera:

- PM₁₀: trimestralmente;
- Gases de combustión: inicialmente trimestral y una vez no hayan cambios se hará semestralmente; y,
- Partículas sedimentables totales: inicialmente trimestral y una vez no hayan cambios se hará semestralmente.

Los resultados se presentarán al MARN semestralmente.

Figura 13.4 Mapa de ubicación de puntos de Monitoreo de Calidad de Aire



Interpretación:

Los valores medidos se compararán con los lineamientos de la USEPA y del IFC, así como con los de la línea base.

En caso de encontrarse niveles por arriba de los máximos permisibles, se procederá a realizar una investigación para definir las causas y las medidas de mitigación necesarias para que los resultados estén por debajo de los valores de las normas de la USEPA e IFC. Se determinarán las fuentes de emisión que están contribuyendo a que el nivel de las mismas sea más alto de lo permisible.

Si llegará a determinarse que los aumentos se deben a las operaciones del Proyecto se aplicarán medidas correctivas entre las que se podrían incluir el uso de otros tipos de dispositivos adicionales para el control de polvo en su fuente de generación, aumento de la frecuencia de los riegos en los caminos o bien el uso de supresores de polvo (polímeros), adicionalmente se dará mantenimiento a los camiones para disminuir la generación de gases.

13.3.1.2 Niveles de Presión Sonora

Parámetros a Medir:

El parámetro a medir será el nivel de presión sonora en decibeles (dB) en la escala A, L_{max}, L_{min} y L_{eq} en cada estación durante 24 horas, para obtener un promedio diurno y un promedio nocturno.

Puntos de Monitoreo:

Se realizarán mediciones de los niveles de presión sonora en los puntos monitoreados en la línea base, algunos de los cuales podrían ser reubicados para una mejor calidad o representatividad de los datos. Las estaciones se presentan en el Cuadro 13.13 y su ubicación se muestra en la Figura 13.5.

Cuadro 13.13 Estaciones de monitoreo de niveles de presión sonora

Estación	Coordenadas UTM		Descripción
	x	y	
ER-1A	803894	1601727	San Rafael Las Flores
ER-2A	806425	1601616	Comunidad La Cuchilla
ER-3A	806000	1600108	Aldea El Fucío
ER-4A	805101	1599742	Ubicado al sur del depósito de colas secas
ER-5	804216	1600508	Aldea Sabana Redonda
ER-6	804631	1602083	Al norte del Proyecto en la ruta a Mataquesuintla
ER-7	805184	1601962	Aldea Los Planes

Metodología y Frecuencia:

Se empleará un medidor de niveles de presión sonora con un rango de medición de 30 a 90dB con respuesta lenta y en la escala A, y la medición se hará en períodos completos de 24 horas en cada estación receptora, para diferenciar el nivel de ruido durante el día y durante la noche. Las mediciones se harán trimestralmente y los resultados se presentarán al MARN semestralmente.

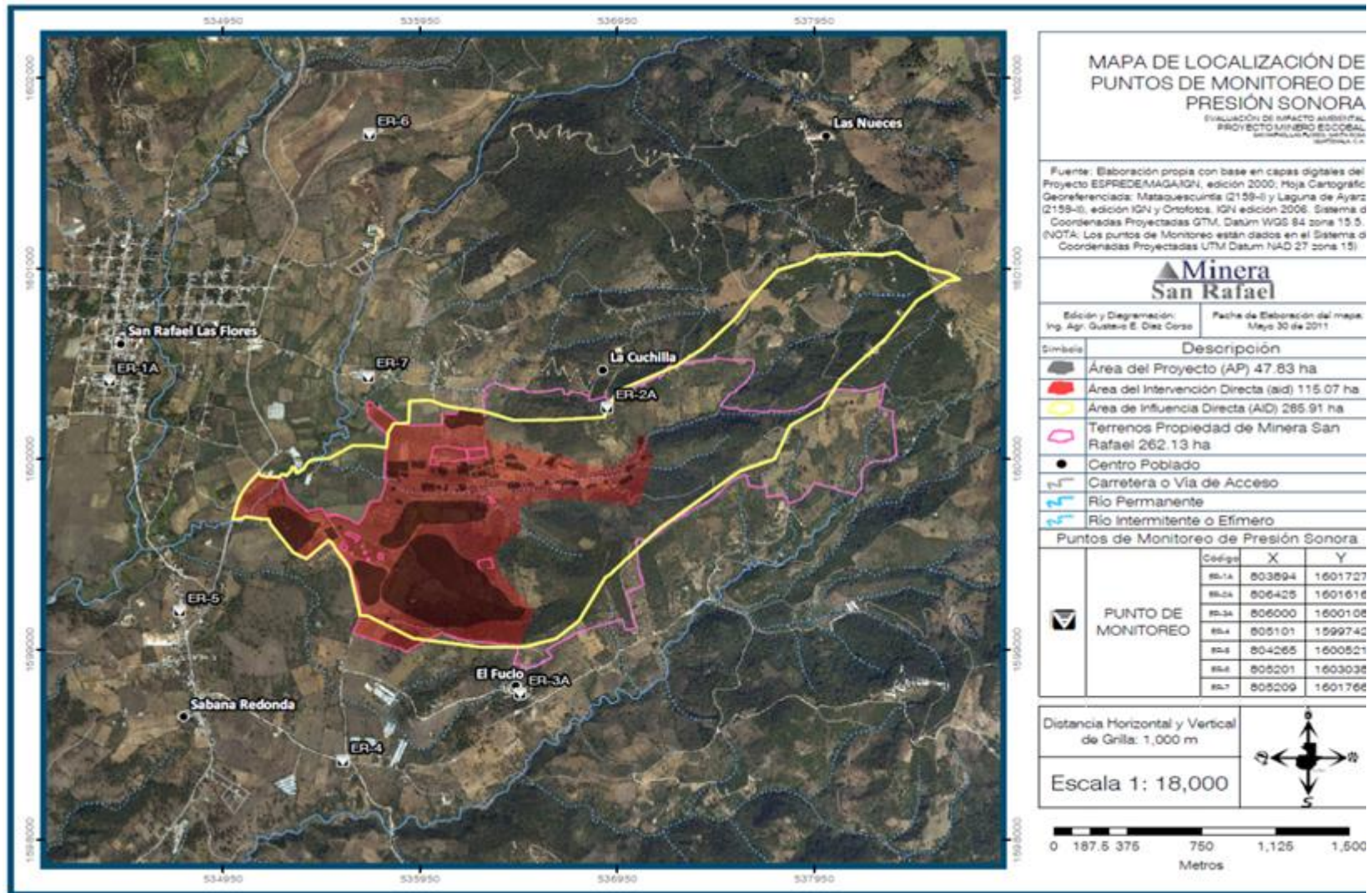
Interpretación:

Con la información obtenida del monitoreo, se obtendrán los promedios diurnos y nocturnos, los cuales serán comparados con las normas de la Organización Mundial para la Salud (OMS).

Reacción:

En caso de encontrarse que los niveles de presión sonora medidos en los receptores sean mayores a los límites permisibles por la OMS, se procederá a realizar una investigación para verificar que este “no cumplimiento”, es debido a actividades del Proyecto. Se determinarán las fuentes de emisión que causan que su nivel esté arriba de los límites permisibles. En caso estos límites altos se deban a actividades propias del Proyecto, se tomarán las medidas de mitigación necesarias.

Figura 13.5 Mapa de ubicación de puntos de Monitoreo de Niveles de Presión Sonora



13.3.1.3 Vibraciones

Parámetro a Medir:

Se medirán las vibraciones, registrándose la velocidad (pulgadas/segundo) y la frecuencia (Hz) de forma constante, en cuatro sitios cercanos a las fuentes de vibraciones del Proyecto.

Puntos de Monitoreo:

Se está evaluando la mejor ubicación de los sitios de monitoreo considerando la seguridad de los equipos y que no tenga influencia de otras fuentes de emisión. Las estaciones de monitoreo se presentarán en el primer informe de monitoreo que se presente al MARN. Las lecturas se realizarán con equipos automatizados de forma periódica y los resultados se presentarán al MARN semestralmente.

Metodología y Frecuencia:

Se empleará un medidor de vibraciones eXPeak Seismograph modelo eXAD-8 de la empresa Physical Measurement Technologies, Inc.

Interpretación:

Los datos se compararán con la norma del Bureau de Minas de Estados Unidos (USBM) para determinar si la aceleración mínima necesaria ejerce algún daño estructural a las viviendas de pobre conformación estructural.

Reacción:

En caso de encontrarse que la aceleración medida es mayor a la norma, se procederá a realizar una investigación para verificar que este “no cumplimiento” es debido a actividades del Proyecto. Se determinarán las fuentes que causan que su nivel esté arriba de los límites permisibles y si llega a determinarse que se debe a actividades del Proyecto, se tomarán las medidas correctivas respectivas.

13.3.1.4 Calidad del Agua

a.1) Agua Superficial y Subterránea

Parámetros a Medir:

Se medirán los parámetros físico-químicos mostrados en el Cuadro 13.14.

Cuadro 13.14 Parámetros del programa de monitoreo de calidad del agua natural

Parámetro	Superficial	Subterránea	Sedimentos
Medidas en Campo			
pH	●	●	✗
Conductividad	●	●	✗
Oxígeno Disuelto	●	●	✗
Temperatura	●	●	✗
Caudal	●	✗	✗
Nivel de Agua	✗	●	✗
Turbidez	●	●	✗
Cromo VI	●	●	✗
Materia Flotante	●	●	✗
Pruebas de Laboratorio			
Metales	Disueltos y Totales	Disueltos	Totales
Aluminio	●	●	✗
Antimonio	●	●	✗
Arsénico	●	●	●
Bario	●	●	✗
Berilio	●	●	✗
Boro	●	●	✗
Cadmio	●	●	●
Calcio	●	●	✗
Cobalto	●	●	✗
Cobre	●	●	✗
Cromo total	●	●	●
Hierro	●	●	✗
Magnesio	●	●	✗
Manganeso	●	●	●
Mercurio	●	●	✗
Molibdeno	●	●	✗
Níquel	●	●	✗
Fósforo	●	●	●
Potasio	●	●	✗
Plata	●	●	✗
Plomo	●	●	●
Selenio	●	●	✗
Sodio	●	●	✗
Zinc	●	●	✗
Otros Parámetros			
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	●	●	✗
Sólidos Disueltos (SD)	●	●	✗
Sólidos Totales (ST)	●	●	✗
Porcentaje de sólidos	✗	✗	●
Alcalinidad	●	●	✗
Amonio	●	●	✗
Cloruros	●	●	✗
Fluoruros	●	●	✗
Nitrógeno	●	●	✗
Nitratos y Nitritos como N	●	●	✗
Sulfatos	●	●	✗
Fosfatos	●	●	✗
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	●	✗	✗
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	●	✗	✗
Hidrocarburos totales	●	●	✗
Grasas y Aceites	●	✗	✗
Cianuro total	●	●	●
Coliformes fecales	●	●	✗
Color	●	✗	✗

●: Se monitoreará; ✗: no se monitoreará.

En los dos pozos se llevará un registro semanal del caudal extraído y quincenalmente de los niveles estáticos en los piezómetros construidos alrededor del proyecto, siempre que esto sea posible y no tenga equipo de bombeo instalado.

Puntos de Monitoreo:

Las estaciones que serán monitoreadas se presentan en el Cuadro 13.15 y en las Figuras 13.6 y 13.7a, 13.7b y 13.7c.

Cuadro 13.15 Estaciones de monitoreo de Calidad del Agua Superficial y Subterránea

Estación	Coordenadas UTM		Descripción	Frecuencia
	X	Y		
Agua Superficial				
SW-1	807073	1601710	Quebrada El Escobal, aguas arriba	Trimestral
SW-2A	805295	1601230	Quebrada El Escobal, aguas abajo	Trimestral
SW-3	805337	1602453	Rio El Dorado, aguas arriba	Trimestral
SW-4A	804629	1601052	Rio El Dorado, aguas abajo	Trimestral
SW-5	810882	1603313	Rio Tapalapa, aguas arriba	Semestral
SW-6	808382	1597685	Rio Los Vados, aguas abajo	Semestral
SW-7	807001	1600612	Quebrada Onda	Trimestral
SW-8	804054	1600834	Rio San Rafael, aguas abajo de la confluencia con el Rio El Dorado	Trimestral
SW9	803772	1597635	Rio Tapalapa, aguas debajo de la confluencia del Rio San Rafael, Quebrada Onda y Rio Los Vados	Trimestral
Agua Subterránea				
GW - 1A	808670	1599754	Jurisdicción Aldea El Volcancito	Trimestral
GW - 2	807515	1601059	Jurisdicción Aldea El Fucío	Trimestral
GW - 3	806193	1601194	Zona Central del proyecto (frente al portal Oeste)	Trimestral
GW - 4	806029	1600547	Manantial aguas arriba del depósito de colas	Trimestral
MW1	806310	1601204	Piezómetro ubicado cerca del área de vestidores mina	Trimestral
MW2	805207	1600565	Piezómetro ubicado al sur de pileta área de escombrera y depósito de colas	Trimestral
MW3	805154	1600790	Piezómetro ubicado al norte de pileta área de escombre y depósito de colas	Trimestral
MW4	805187	1601009	Piezómetro ubicado al oeste del depósito de suelo sur	Trimestral
MW5	805305	1601260	Piezómetro ubicado al oeste de la pileta de agua impactada	Trimestral
MW6	805458	1601454	Piezómetro ubicado al oeste del depósito de suelo norte	Trimestral
MW7	805797	1601582	Piezómetro ubicado al este del depósito de suelo norte	Trimestral
MW8	805304	1601277	Piezómetro ubicado al oeste de la pileta de agua impactada	Trimestral
MW9	805198	1601019	Piezómetro ubicado al oeste del depósito de suelo sur	Trimestral
MW10	806602	1601397	Piezómetro ubicado a un costado del portal Este	Semestral
MW11	805612	1601064	Piezómetro ubicado en el depósito de suelo sur	Trimestral
PSA1	805218	1601000	Pozo mecánico ubicado al oeste del depósito de suelo sur	Semestral
PSA-SR	803678	1602044	Pozo mecánico ubicado en las piscinas	Semestral
RW-1	804809	1600972	Finca Suaindys	Trimestral

Figura 13.6 Mapa de ubicación de las estaciones de Monitoreo de Agua Superficial (SW)

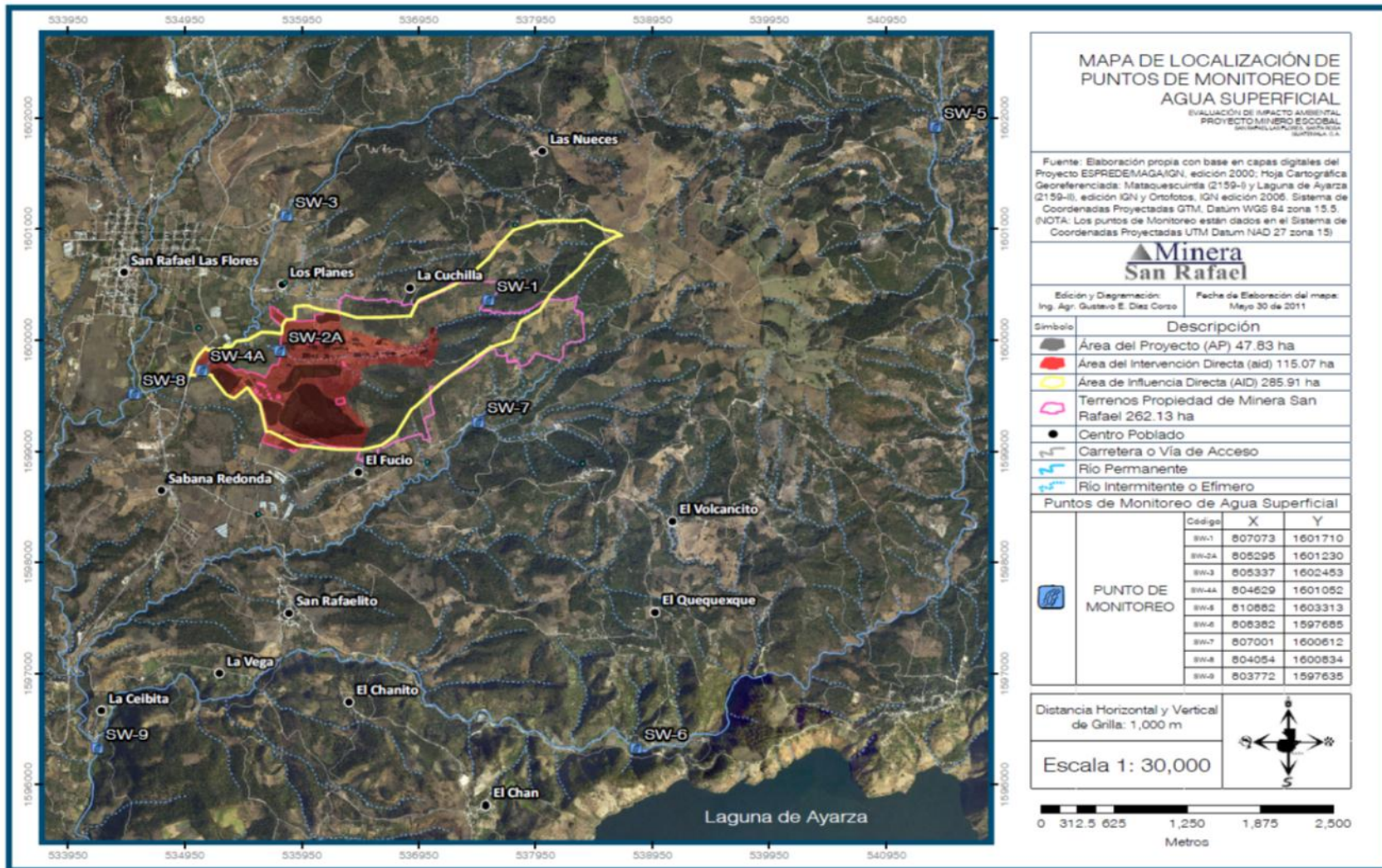


Figura 13.7a Mapa de ubicaciones de puntos de monitoreo de agua subterránea-manantiales (GW)

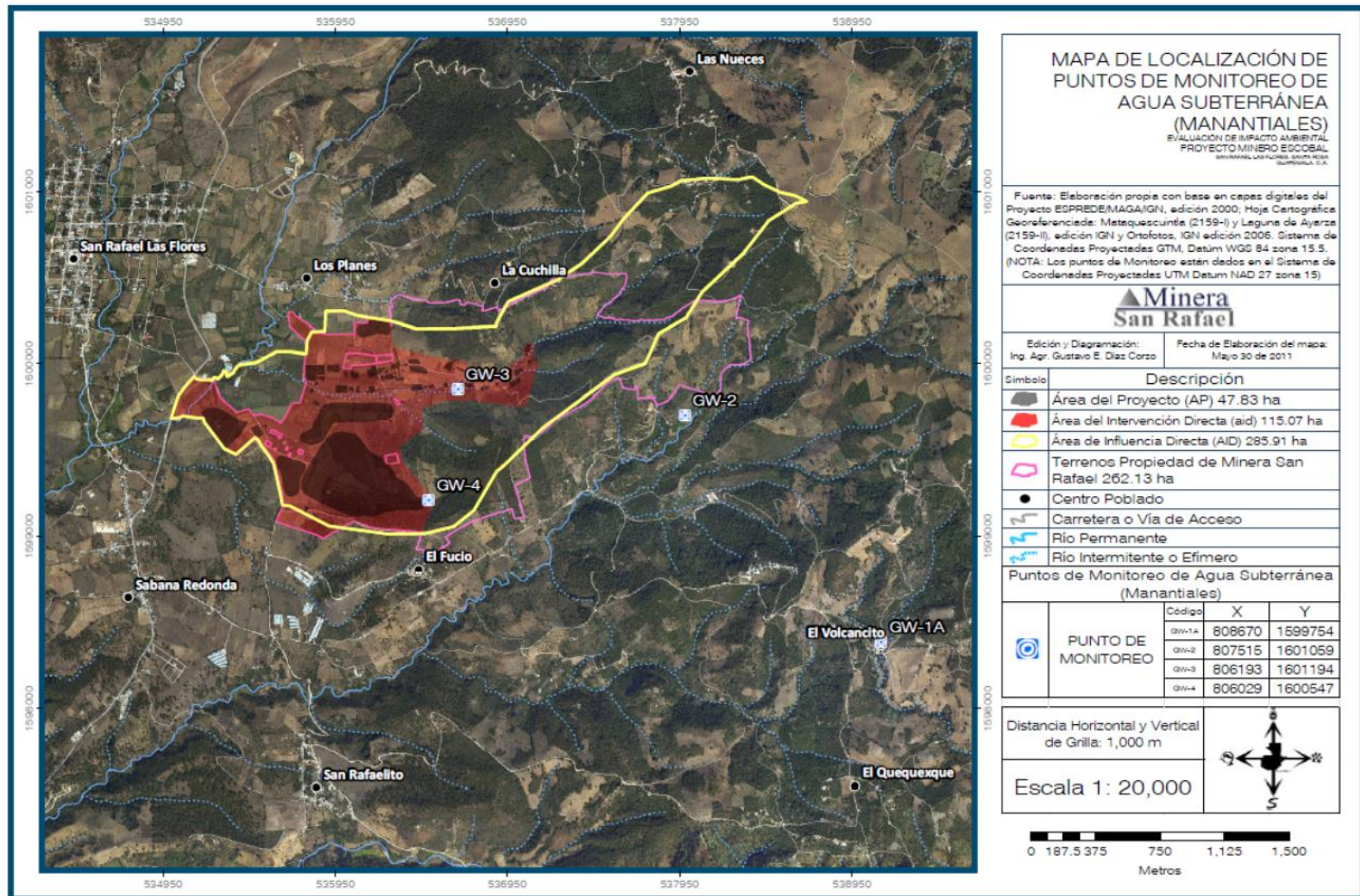


Figura 13.7b Mapa de ubicaciones de puntos de monitoreo de agua subterránea-piezómetros (MW)

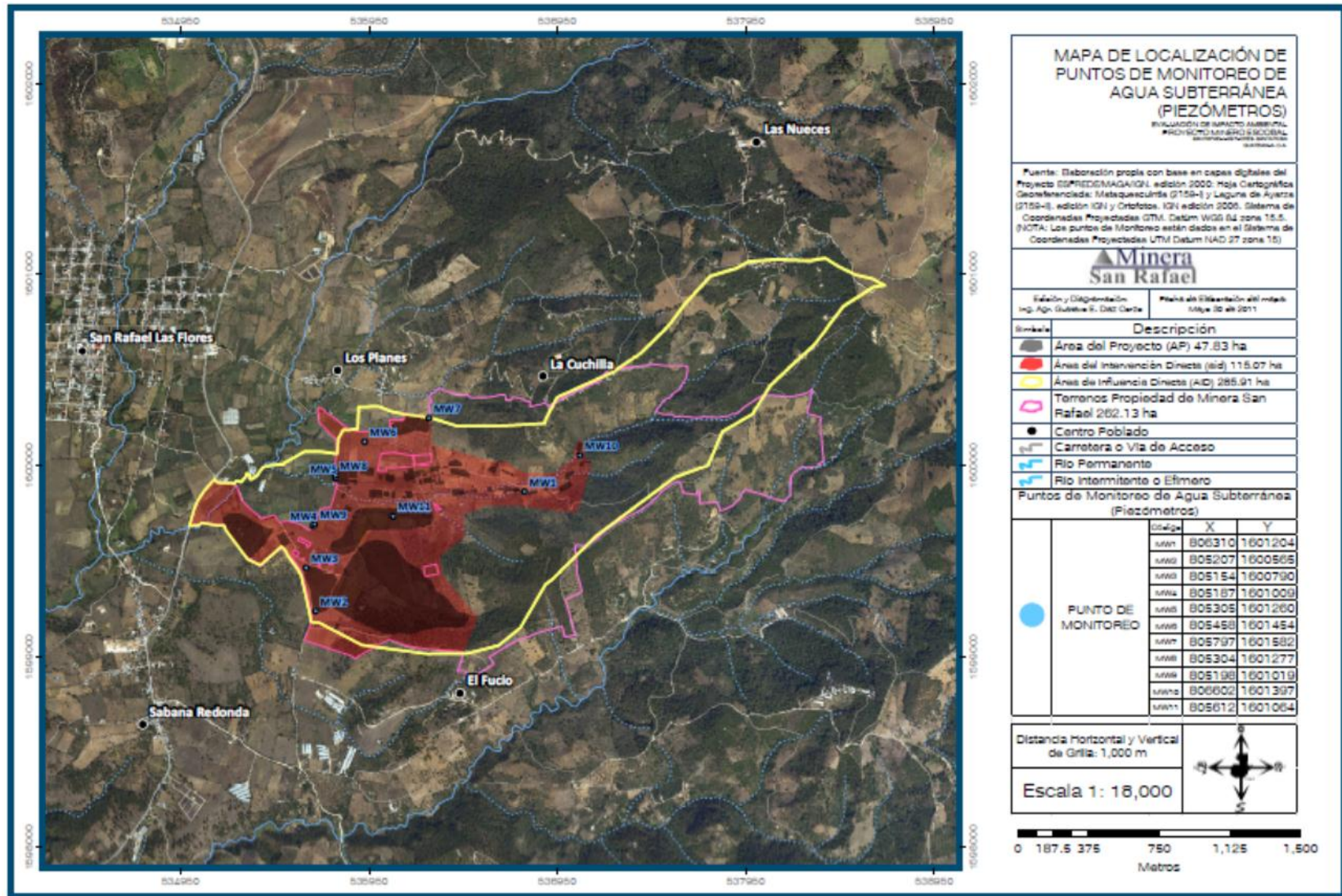
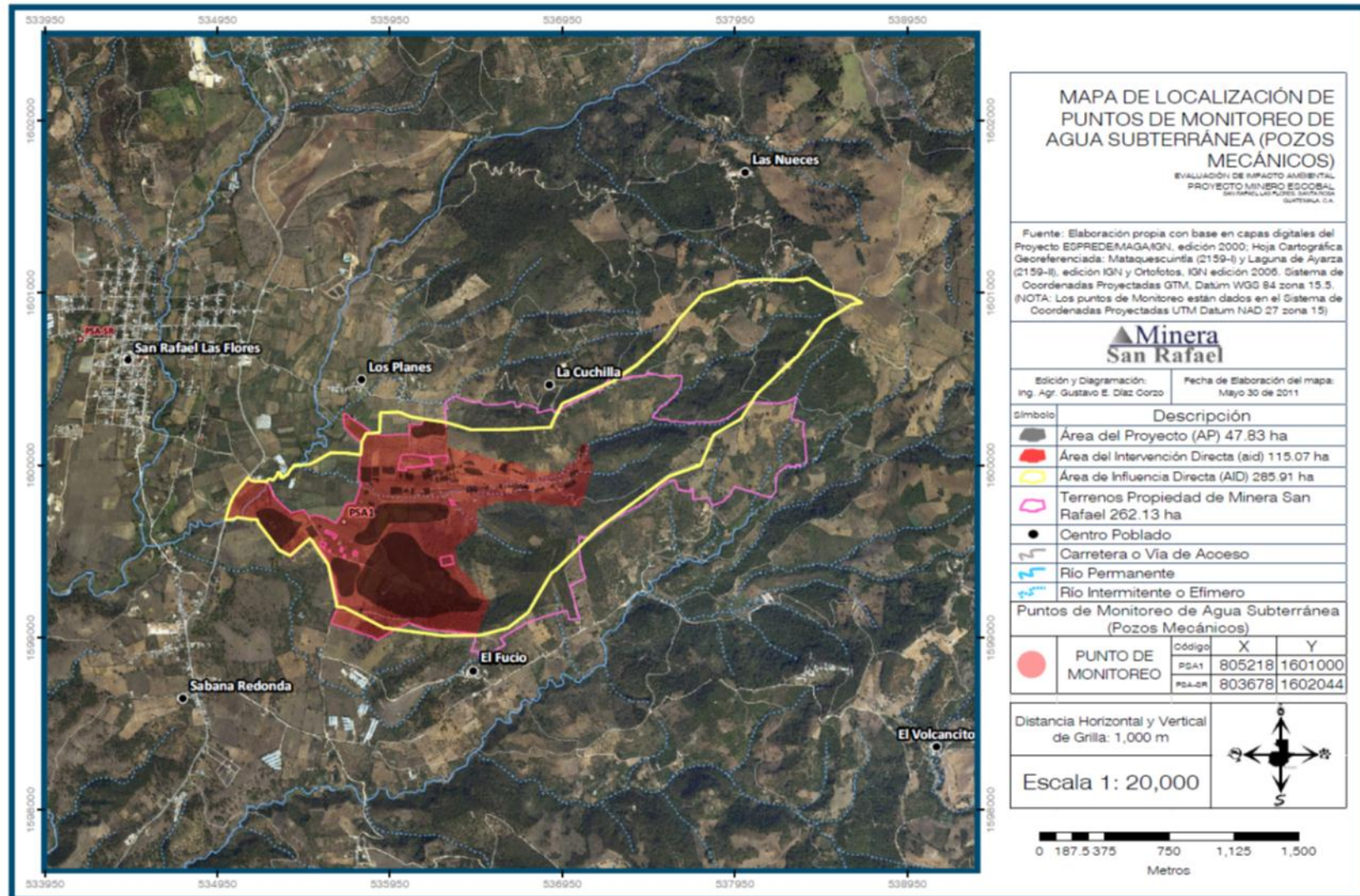


Figura 13.7c Mapa de ubicaciones de puntos de monitoreo de agua subterránea-pozos mecánicos (PSA-RW)



Metodología y Frecuencia:

Las muestras de los ríos y manantiales serán tomadas siguiendo los procedimientos establecidos por las normas del Banco Mundial y de la EPA. Durante el proceso de muestro, se realizarán mediciones “in situ”, para evaluar los parámetros: pH, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto de forma instrumental.

Las muestras de los piezómetros o pozos de producción serán tomadas según las condiciones específicas de cada uno; ya que podría utilizarse una bomba o bien un “bailer”. Previo a tomar la muestra de agua, el pozo será purgado, sacando 3 veces el volumen de agua almacenado o hasta que la calidad del agua que sea extraída sea constante en términos de pH y conductividad.

La frecuencia del muestreo será trimestral y en algunos casos semestral, para aguas superficiales y subterráneas (SW, GW y MW). Los pozos mecánicos (PSA) se monitorearán semestralmente (época seca y época lluviosa). Los sedimentos se harán semestralmente. En el Cuadro 13.15 se muestra la frecuencia de monitoreo para cada estación, si los resultados obtenidos no muestran cambios por un periodo de tiempo, se solicitará el cambio de frecuencia.

Interpretación:

Los valores se compararán con los valores medidos previamente durante el trabajo de línea base y con guías nacionales e internacionales.

Reacción:

En caso de encontrarse niveles muy superiores a los obtenidos en la línea base, se realizará un nuevo muestreo para verificar los valores. Si los resultados son similares a los previos se procederá a iniciar una investigación, cuyo objetivo será determinar las fuentes causales de niveles más altos. En caso de determinarse que la fuente de los contaminantes son las actividades del Proyecto, se tomarán medidas correctivas adicionales.

a.2) Descargas de Piletas y Planta de Tratamiento

Parámetros a Medir:

Los parámetros a medir y su frecuencia se describen en el siguiente Cuadro 13.16 para cada punto de monitoreo.

Para la descarga de la pileta de cumplimiento ambiental y pozo de control de la pileta de agua de proceso, se realizarán mediciones “in situ” diariamente de forma instrumental y mensualmente se evaluarán los propuestos para el agua superficial. En caso las mediciones diarias de conductividad eléctrica presenten una variación significativa, se realizará un análisis como el mensual.

Puntos de Monitoreo:

Las estaciones de monitoreo se establecerán en los puntos de descarga: i) De la pileta de cumplimiento ambiental; y ii) Del tratamiento de aguas residuales. Adicionalmente se hará una medición en el pozo de control de la pileta de agua de proceso.

Cuadro 13.16 Parámetros del programa de monitoreo de calidad del agua de efluentes

Parámetro	Pileta cumplimiento ambiental / Pozo control pileta agua de proceso	Planta tratamiento aguas residuales	Lodos
	Diario	Mensual	Anual
<u>Medidas en Campo</u>			
pH	●	●	●
Conductividad	●	●	✘
Temperatura	●	●	✘
Cromo VI	✘	●	✘
Materia Flotante	✘	●	✘
Turbidez	●	✘	✘
Kit cianuro	●	✘	✘
<u>Pruebas de Laboratorio</u>			
Metales		Disueltos y Totales	Totales
Arsénico	✘	●	●
Cadmio	✘	●	●
Cobre	✘	●	●
Mercurio	✘	●	●
Níquel	✘	●	●
Plomo	✘	●	●
Zinc	✘	●	●
<u>Otros Parámetros</u>			
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	✘	●	✘
Nitrógeno	✘	●	✘
Grasas y Aceites	✘	●	✘
Fósforo total	✘	●	✘
Cianuro total	✘	●	✘
Coliformes fecales	✘	●	✘
Color	✘	●	✘

Metodología y Frecuencia:

Las muestras serán tomadas siguiendo las normas guatemaltecas. Se realizarán mediciones "in situ" en forma instrumental, para evaluar el pH, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura, entre otros.

Se tomarán muestras mensuales de las descargas y anuales de los lodos. Diariamente se analizará el pH y la conductividad en el pozo de control de la pileta de agua de proceso. En caso los valores muestren valores superiores a los normales, se medirán otros parámetros para garantizar que no haya fugas.

Interpretación:

Los valores medidos se compararán con los lineamientos de calidad que se establecen en el Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, Acuerdo Gubernativo 236-2006, y los de la EPA y BM.

Reacción:

En caso de encontrarse niveles más altos a los permitidos, el efluente será nuevamente evaluado para verificar los valores. En caso los resultados fueran similares a los previos, se procederá a iniciar una investigación que documentará la situación e identificará las fuentes que estén causando el aumento de los niveles de los contaminantes.

Si la variación se diera en la descarga de la pileta de cumplimiento ambiental, se solicitará el cese de la descarga, las cuales no ocurrirán a menos que la calidad del agua cumpla con los estándares establecidos.

Si los valores del pozo de control de la pileta de agua de proceso muestran que hay una fuga se iniciará la descarga de la pileta de agua de proceso hacia la pileta de agua impactada o bien a la pileta del área de escombreras y colas, con el fin de encontrar donde existe la fuga y repararla.

13.3.1.5 Geoquímica de la Roca Estéril y Colas Secas

Parámetro a Medir:

Se analizará in situ el pH en pasta y en laboratorio se realizarán análisis para el cálculo de ácido base modificado (ABA por sus siglas en inglés).

Puntos de Monitoreo:

Se tomarán muestras de material excavado de los túneles y en especial cuando se encuentre material pirítico, sulfuroso o con carbonatos. Adicionalmente se tomaran muestras de las colas secas.

Metodología y Frecuencia:

Juntamente con personal de desarrollo de mina y geología se realizarán pruebas de campo de pH en pasta en muestras de material excavado de los túneles de forma periódica o en cualquier momento que material pirítico, sulfuroso o con carbonatos se encuentre en los túneles. Estas pruebas también se realizarán en las colas secas en el área de almacenamiento de las mismas. Estos análisis se realizarán en duplicado como control de calidad. Se mantendrá una comunicación constante con los encargados de la descripción geológica del túnel para posibles muestreos no planificados, debido a las condiciones o características geológicas encontradas durante el avance.

Adicionalmente, según se considere necesario se tomaran muestras para realizar pruebas de laboratorio para el cálculo de ácido base modificado (ABA por sus siglas en inglés), cuando sean necesarios análisis más profundos para descartar o confirmar resultados o cuando exista alguna incertidumbre.

Interpretación:

Las muestras se clasificaran según los siguientes valores:

- pH en pasta ≤ 8 Potencial de generación ácida
- Potencial Neto de Neutralización:
 - NNP < -20 : Potencial de generación ácida
 - NNP $-20 - +20$: Indicio de potencial de generación ácida (incertidumbre)
 - NNP > 20 : Potencial de neutralización ácida
- Relación del Potencial de Neutralización y el Potencial de Generación Ácida (ANP:AGP):
 - ANP: AGP <1 : Potencial de generación ácida
 - ANP: AGP $1 - 2$: Indicio de potencial de generación ácida (incertidumbre)
 - ANP: AGP > 2 : Potencial de neutralización ácida

Reacción:

Si bien esto no se espera, en caso los resultados indiquen un potencial de generación ácida, el material será manejado de tal manera que se mitigue cualquier impacto

potencial al medio ambiente. Todo este material se usará en la planta de pasta de relleno de la mina subterránea o bien el material estéril podrá ser encapsulado para la neutralización del material “riesgoso” utilizando materiales con características básicas para su control.

13.3.2 Desempeño del Plan de Manejo de Materiales Peligrosos

El monitoreo del desempeño es parte fundamental de este plan de manejo de materiales peligrosos. Además de verificar el cumplimiento de este plan, el monitoreo será esencial en el mejoramiento continuo del desempeño ambiental de la empresa.

13.3.2.1 Inspecciones

Las inspecciones a los diferentes sitios del Proyecto serán realizadas coordinadamente entre el departamento ambiental y el departamento de seguridad ocupacional. El Proyecto será dividido por sectores los cuales serán inspeccionados regularmente al menos una vez al mes.

Los inspectores serán acompañados por al menos una persona del departamento inspeccionado. Los inspectores prepararán un breve informe el cual será recibido por la persona del departamento inspeccionado y se asignará una fecha para una re inspección.

Durante las inspecciones se hará énfasis en la necesidad de implementación de este plan, verificando las condiciones específicas de los materiales peligrosos.

Inspección de la Estación de Combustible

El personal responsable de la Estación de Combustible deberá de realizar inspecciones visuales diariamente para detectar derrames o cualquier otro problema de seguridad. Personal del Departamento Ambiental y del Departamento de Seguridad Ocupacional realizarán inspecciones visuales coordinadas de la estación de combustible, por lo menos una vez por semana. A continuación se indica un listado de los principales puntos de observación:

- Asegurarse que las válvulas de llenado del tanque y los puntos de dispensado se encuentren cerradas cuando no estén en uso;
- Inspeccionar todas las llaves de paso y válvulas automáticas para identificar fugas o señales de deterioro;
- Inspeccionar la tubería de entrada y salida;
- Inspeccionar los soportes y bases del tanque y de las tuberías;
- Inspeccionar los indicadores de nivel y equipo para dispensar combustible;
- Inspeccionar la superficie del tanque para detectar zonas de oxidación, en particular sectores de costuras de soldadura;
- Revisar la parte inferior del tanque en busca de filtraciones;
- Inspeccionar el suelo para detectar goteos y filtraciones;
- Revisar el área de contención, canales y sumideros y recoger los derrames.

Inspección de Otros Sitios de Almacenamiento

- Revisar las superficies bajo el material almacenado en busca de derrames y filtraciones;
- Inspeccionar todas las áreas de confinamiento y recoger cualquier derrame;
- Inspeccionar el estado del piso y del techo;
- Revisar la separación de materiales inflamables, reactivos incompatibles y químicos peligrosos, y
- Revisar que las etiquetas estén en buen estado.

13.3.2.2 Auditorías Internas

Una vez al año se realizará una auditoría ambiental completa, la cual incluirá una revisión del manejo de los materiales peligrosos conforme a este plan. La verificación conducida durante la auditoría interna incluirá:

- Comunicación entre departamentos conforme a los compromisos de manejo ambiental;
- Correcta identificación de los contenedores con materiales peligrosos;
- Aplicación de los procedimientos establecidos en cuanto al transporte, almacenamiento y manipulación de materiales peligrosos;
- Correlación entre productos, materiales en los anaqueles, el inventario y la base de datos de las hojas de seguridad, y
- Correlación entre el uso de materiales peligrosos y el entrenamiento.

13.3.2.3 Revisión y evaluación del Plan

Este plan será revisado y actualizado y aprobado por la gerencia del proyecto periódicamente siempre que haya un cambio en las actividades o en las condiciones del sitio que pudiesen afectar la salud y seguridad de los trabajadores o el medio ambiente. Algunos ejemplos de estos cambios incluyen:

- Modificación de actividades y procesos en Escobal, que resulten en la utilización de nuevos materiales, ya sean peligrosos o no, y de nuevos desechos que no estén contemplados en este plan;
- Modificación de las leyes, reglamentos, políticas, tecnologías, prácticas y procedimientos aplicables al manejo de materiales en Escobal;
- El descubrimiento de efectos potencialmente adversos a la salud y la seguridad o al medio ambiente, asociados con el manejo de materiales peligrosos y sus desechos.

13.3.2.4 Indicadores del desempeño

Las mediciones del desempeño son una importante manera de mantener el enfoque en las metas propuestas a la vez que alienta el mejoramiento continuo. Los indicadores de desempeño deberán reflejar claramente la situación en un momento dado y permitir orientar y coordinar acciones hacia un proceso minero racional y ambientalmente adecuado.

La empresa considerará designar a un especialista en el manejo ambiental minero, con capacidad de realizar auditorías ambientales, en condición de consultor externo. Esta persona visitaría las instalaciones del proyecto un mínimo de cuatro veces al año, para observar y verificar el cumplimiento de las mejores prácticas de manejo ambiental. Una de las funciones de este especialista sería revisar las prácticas de manejo de materiales peligrosos.

Notificación de no conformidades

Se llevará un registro detallado de cualquier notificación emanada por inspectores del gobierno de Guatemala, por los canales oficiales. Estas serán discutidas por los gerentes cuyas áreas resulten involucradas en la notificación y se buscará una pronta solución al caso.

Responsabilidades

El Gerente de Salud y Seguridad Ocupacional será el responsable de la implementación de este PMMP. El Gerente Ambiental dará apoyo al proceso de implementación y establecerá en conjunto con el Gerente de Seguridad Ocupacional el sistema y cronograma de inspecciones.

Más específicamente, el Gerente de Seguridad Ocupacional será el responsable de:

- Inspecciones en el sitio;
- Proporcionar las normas de etiquetado para los recipientes con materiales peligrosos;
- Proporcionar a los trabajadores los equipos de protección personal necesarios para el manejo seguro de los materiales peligrosos;
- Asegurarse que se cuenta con equipos para contención y limpieza de derrames de materiales peligrosos;
- Entrenar a los trabajadores en el manejo seguro de los materiales peligrosos, la interpretación de las hojas de seguridad de los productos y la respuesta ante derrames y el uso correcto de equipos de protección personal, y
- Realizar prácticas de respuesta ante derrames de materiales peligrosos que involucren a todos los empleados del proyecto.

El Gerente de Medio Ambiente será responsable de:

- Verificar los procedimientos de seguridad en el manejo de materiales peligrosos y notificar cualquier anomalía al Gerente de Seguridad;
- Acompañar al Gerente de Seguridad en las inspecciones a los sitios;
- Conducir auditorías sobre el manejo y almacenamiento de materiales peligrosos
- Investigar e identificar materiales alternativos que sean más amigables con el ambiente, para reducir el uso de materiales peligrosos, y
- Verificar la limpieza del sitio luego de derrames de materiales peligrosos.

El departamento de compras, a través de su gerencia, será responsable de lo siguiente:

- Comprar materiales de manera consistente con las políticas y objetivos ambientales de la empresa;
- Obtener las hojas de seguridad (MSDS) de los materiales considerados peligrosos y mantener un registro actualizado de las mismas;

- Identificar y documentar el ingreso de materiales peligrosos al proyecto, desde el momento de su compra y recepción;
- Asegurar el correcto almacenamiento de los materiales peligrosos conforme a las hojas de seguridad;
- Poner a disposición de los trabajadores las hojas de seguridad de los productos;
- Mantener un inventario actualizado de los materiales peligrosos presentes en las instalaciones de la empresa, y
- Conducir inspecciones mensuales de los sitios de almacenamiento de materiales peligrosos. En estas inspecciones podrá participar personal de seguridad ocupacional y de medio ambiente.

El departamento de mantenimiento será responsable por:

- El manejo ambientalmente seguro de los lubricantes y otros fluidos derivados de petróleo;
- Del correcto y seguro funcionamiento de la estación de combustible;
- Manejo seguro y ambientalmente responsable de gases refrigerantes;
- Programación ordenada de las operaciones de mantenimiento de equipo
- Contar con equipos de contención anti-derrames adecuados para sus operaciones de mantenimiento en el campo, y
- Contar en el vehículo de combustible y en el vehículo taller, con equipos necesarios para prevención y limpieza de derrames.

La clínica médica, y en particular el doctor asignado a ella, será responsable de:

- Contar con los equipos de primeros auxilios médicos para atender intoxicaciones o cualquier accidente relacionado con el manejo de materiales peligrosos;
- Entrenar al personal de la clínica en la atención de intoxicaciones o accidentes relacionados con materiales peligrosos, y
- Mantener visible los contactos y teléfonos en caso de intoxicaciones u otros accidentes con materiales peligrosos.

Cada supervisor de área es responsable de:

- Asegurarse que los materiales peligrosos sean manipulados, transportados, almacenados y usados conforma a las instrucciones del fabricante o de la información de las hojas de seguridad;

- Que los trabajadores de su área cuenten con los equipos de protección personal en buen estado, requeridos para el manejo de materiales peligrosos;
- Reportar cualquier incidente relacionado con el uso de materiales peligrosos, y
- Controlar y limpiar cualquier derrame de materiales peligrosos conforme a los procedimientos establecidos.

13.3.3 Monitoreo Biológico

13.3.3.1 Biológico Terrestre

Parámetros a Medir:

Para el monitoreo biológico terrestre se considerarán los cambios en la composición y estructura de la vegetación, cambios en la cobertura vegetal y fauna terrestre. Para este monitoreo se contempla seguir estudiando el comportamiento en los 4 diferentes componentes estudiados en la línea base que son “Hábitat, flora y fauna”.

Puntos de Monitoreo:

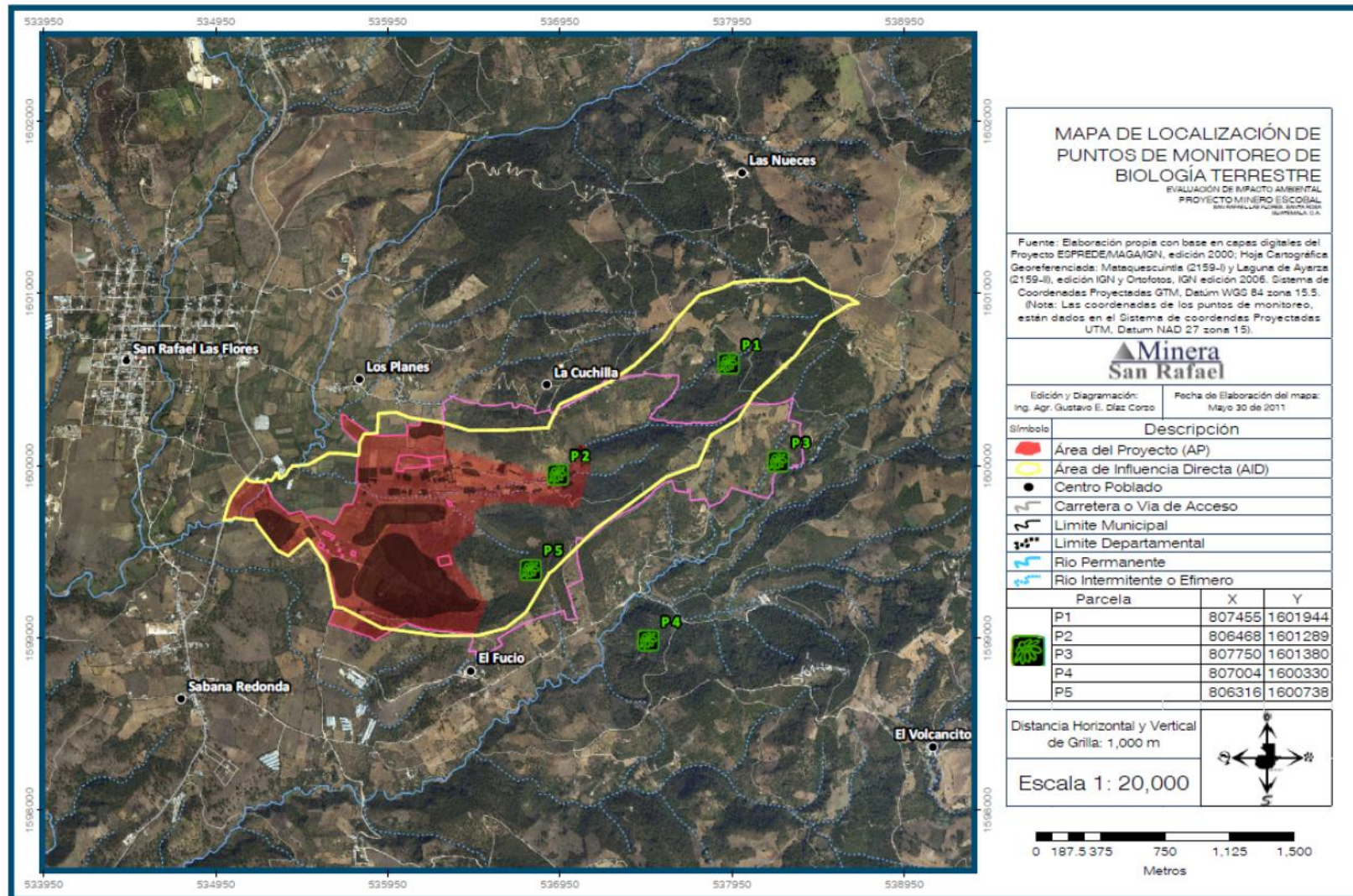
El monitoreo se realizará en las mismas estaciones muestreadas durante el establecimiento de la línea base, con la finalidad de poder comparar los datos. Las estaciones se describen en el Cuadro 13.17 y se muestran en la Figura 13.8.

Cuadro 13.17. Ubicación de las estaciones de muestreo de la microcuenca El Escobal

Área	Altura* (m)	Coordenadas UTM		Descripción
		x	y	
1	1,782	806937.36	1600426.97	Parte alta de la cuenca. Aún se observa bosque bien conservado, el impacto por la exploración puede ser poco perceptible.
2	1,439	807747.73	1601490.23	Parte baja de la cuenca. Hábitat conformado por parches de bosques y sistemas agrícolas. El impacto de la exploración puede ser perceptible.
3	1,711	806466.91	1601388.55	Parte alta de la cuenca. Hábitat altamente perturbado, conformado por sistemas agrícolas. El impacto de la exploración puede ser poco perceptible.
4	1,471	807448.77	1602057.58	Parte baja de la cuenca. Hábitat conformado de remanentes de la vegetación original (bosque de pino encino), inmerso en un paisaje heterogéneo. No será impactado por las actividades de exploración.
5	1,525	803615	1600846	Parte baja de la cuenca. Hábitat conformado por parches de bosques y sistemas agrícolas.

*: Áreas aproximadas en base al centroide del área estudiada.

Figura 13.8. Mapa de ubicación de puntos de monitoreo de biología terrestre



Metodología y Frecuencia:

Composición y Estructura de la Vegetación

La metodología para el estudio de vegetación consiste en la implementación de parcelas modificadas de Whittaker para el estudio de árboles y dentro de ellas se establecerán dos sub-parcelas para el estudio de arbustos en esquinas opuestas y cuatro sub-parcelas para el estudio de herbáceas en las cuatro esquinas de la parcela mayor.

Los datos obtenidos se anotan en una boleta de toma de datos y de cada especie se coleccionarán de tres a cuatro muestras, según la disponibilidad de las mismas. Se hará una ficha completa de cada especie colectada.

Se estudiarán los estratos Herbáceo, Arbustivo, Arbóreo y plantas epifitas. Las plantas epifitas que se ubiquen en las áreas intervenidas serán reubicadas a condiciones similares.

El monitoreo de cambios en la composición y estructura de la vegetación se realizarán semestralmente (época seca y época lluviosa) inicialmente y luego de evaluar los resultados podrán realizarse anualmente.

Cambio en la Cobertura Vegetal

Para el análisis de cobertura vegetal se trabajará en base a fotografía aérea. El procedimiento consiste en seleccionar las áreas que previamente presentaban cobertura boscosa y clasificar estas áreas en imágenes recientes. Se calculan tasas de cambio en función de coberturas forestales pasadas y recientes y luego se estima la tasa total y la tasa de cambio anual en porcentaje. El análisis de cambio en la cobertura será realizado cada dos años al inicio, haciendo el primero en la fase de construcción y luego cuando ya no se presente cambio, se realizará únicamente al final del cierre del Proyecto.

Fauna

Para el monitoreo de aves se recorrerán transectos de 1,000 metros con 10 puntos de conteo cada uno, anotando todas las identificaciones visuales y auditivas. Se contarán los individuos de las especies de aves detectadas en un área determinada alrededor de un punto fijo.

Para el monitoreo de anfibios y reptiles se realizarán caminatas diurnas y nocturnas en transeptos, para la revisión de los micro hábitats idóneos para herpetofauna (hojarasca, cuevas en paredones, vegetación, debajo de rocas, charcas, troncos y árboles, humus y paredones rocosos).

Para el monitoreo de mamíferos se utilizarán cuatro métodos:

- i. Caminatas para la observación directa e indirecta (localización de huellas, cuevas, sumideros, echaderos, comedores, etc.);
- ii. Colocación de trampas para registro de huellas;
- iii. Colocación de trampas para mamíferos pequeños (Tomahawk y Sherman) a lo largo de los transeptos de observación, utilizando atrayente olfativo; y,
- iv. Entrevistas con personas locales para corroborar observaciones directas e indirectas.

El monitoreo de fauna se llevará a cabo semestralmente (época seca y época lluviosa) al inicio y luego de evaluar los resultados si estos no han cambiado podría hacerse anual.

Interpretación:

Los resultados serán comparados con los valores obtenidos durante el establecimiento de la línea base para determinar si hay cambios en los parámetros monitoreados. Si luego de algún tiempo los resultados no muestran cambios, el monitoreo de composición vegetal y fauna se realizarán anualmente. En el caso de cobertura vegetal este se hará hasta el final del cierre del Proyecto.

Reacción:

En caso de que las variables medidas evidencien que los impactos del Proyecto tienen una influencia negativa en el ecosistema, se procederá a realizar una investigación detallada determinando las causas puntuales y se implementarán las medidas correctivas necesarias.

13.3.5.2 Biología Acuática

Parámetros a Medir:

Se monitorearán los macro-invertebrados, peces y hábitat.

Puntos de Monitoreo:

El monitoreo se realizará en las mismas estaciones muestreadas durante el establecimiento de la línea base, con la finalidad de poder comparar los datos. Las estaciones se presentan en el Cuadro 13.18 y Figura 13.9.

Cuadro 13.18 Ubicación de las estaciones de muestreo

Estación	Altura* (m)	Coordenadas UTM		Descripción
		x	Y	
SW1-E Quebrada El Escobal	1,574	807038	1604901	Quebrada Seca. Ubicada aguas arriba de la casa de núcleos. Se estima que las condiciones ambientales del lugar pueden verse afectadas por las actividades del Proyecto.
SW2-E Quebrada El Escobal	1,363	805821	1601381	Quebrada Seca. Ubicada aguas debajo de la casa de núcleos. Se estima que las condiciones ambientales del lugar pueden verse afectadas por las actividades del Proyecto.
SW3-E Río El Dorado	1,366	805337	1602453	Río El Dorado, ubicado corriente arriba del Proyecto. Se estima que las condiciones ambientales del lugar no serán afectadas por las actividades del Proyecto.
SW4-E Río El Dorado	1,311	804781	1601228	Río El Dorado, corriente debajo de El Escobal. Se estima que las condiciones ambientales del lugar pueden verse afectadas por las actividades del Proyecto.
SW6-E* Río Los Vados	1,411	808391	1597689	Río Los Vados, ubicado pendiente debajo de El Escobal, sin comunicación hidráulica superficial. Se estima que no habrá ningún tipo de impacto por las actividades del Proyecto. Será una estación control.
SW7-E Quebrada La Honda	1,440	806972	1600814	Quebrada La Honda. Se estima que las condiciones ambientales del lugar pueden ser afectadas por las actividades del Proyecto.

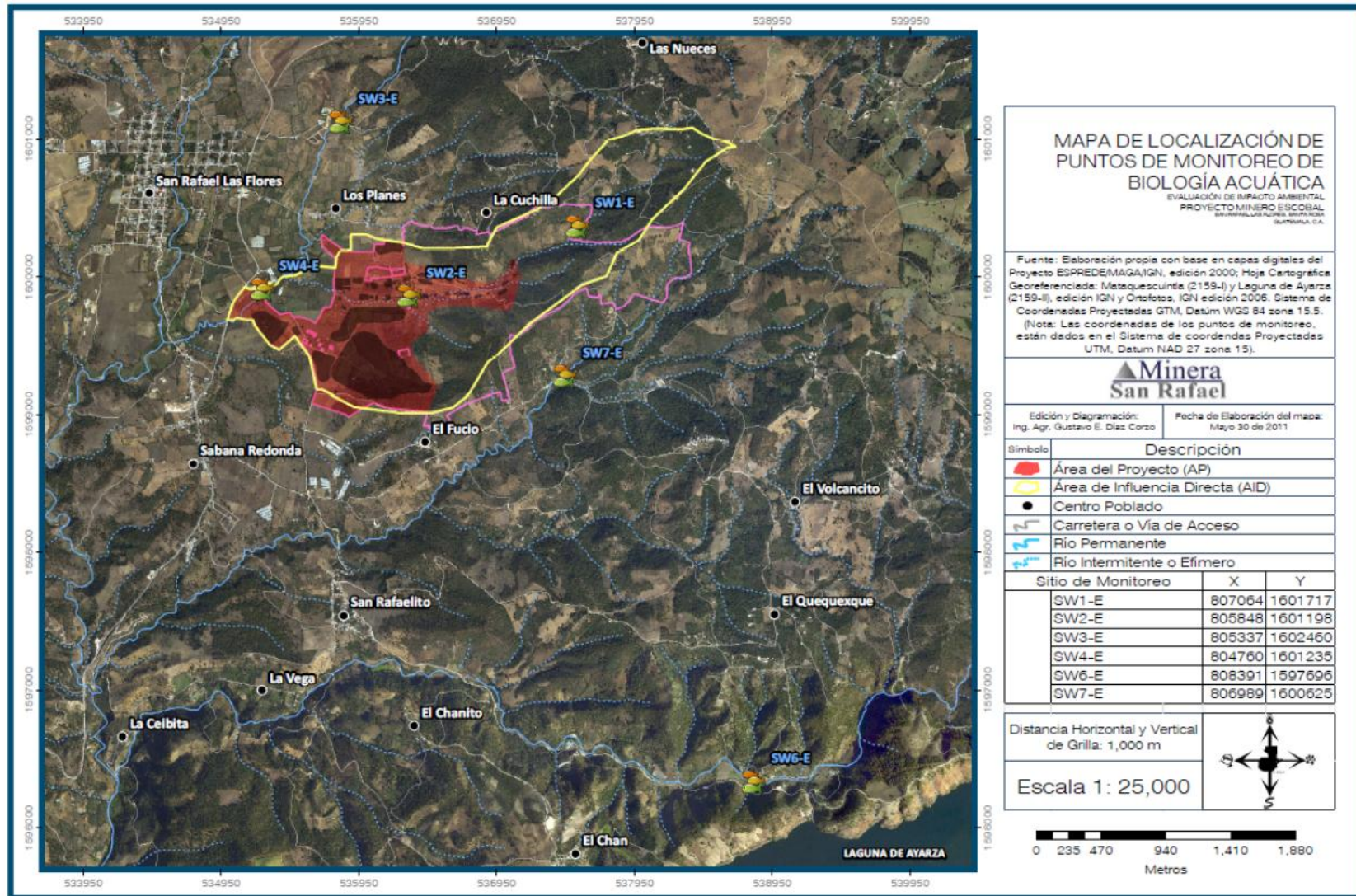
Metodología y Frecuencia:

 Macro-invertebrados

En cada estación se delimitará una sección de 100 metros, dentro de la cual se extraerán 5 muestras utilizando una red en "D". El contenido será inspeccionado en bandejas plásticas, colectando manualmente los macro-invertebrados con pinzas entomológicas.

Posteriormente en el laboratorio los especímenes serán separados e identificados taxonómicamente a nivel de familia, mediante literatura especializada. Se analizará la riqueza y la abundancia relativa.

13.9 Mapa de ubicación de puntos de monitoreo de biología acuática



Peces

Se delimitará en cada estación una sección de 100 metros de longitud mediante redes de bloqueo. Se utilizará el método de red de arrastre además de pesca eléctrica. Se coleccionarán peces, los cuales posteriormente serán identificados en laboratorio utilizando claves taxonómicas y descripciones regionales. Además serán fotografiados y se determinará su talla.

- *Hábitat*

Para la caracterización de hábitat se recorrerán 100 metros a lo largo de los sitios donde se ubican las estaciones de muestreo para peces y macro-invertebrados, realizándose observaciones cualitativas del sustrato, de las características de la corriente, de los recursos naturales y de los bordes a ambos lados del río. Todos los parámetros de hábitat serán evaluados siguiendo la boleta propuesta por la USEPA. Todas las estaciones serán fotografiadas, para tener una referencia de la estación al momento del muestreo. Las boletas usadas califican los parámetros por medio de valores, los cuales al sumarse generan un puntaje, con el que se le asigna a cada estación una categoría según se presenta a continuación:

Categoría	A - Óptimo	B – Sub-óptimo	C - Marginal	D - Pobre
Punteo	160-200	110-159	60-109	0-59

Todos los parámetros para biología acuática serán monitoreados semestralmente (época seca y época lluviosa). Luego de que los resultados sean analizados y no se presenten cambios, el monitoreo se realizará anualmente.

Interpretación:

Los resultados de monitoreo serán comparados con los resultados de línea base para determinar si hay cambios en los parámetros monitoreados.

Reacción:

Se realizará una comparación de los valores obtenidos en la línea base, en caso de que las variables medidas evidencien que los impactos del Proyecto tienen una influencia negativa en el ecosistema, se procederá a realizar una investigación detallada. A través de este análisis se determinarán las causas puntuales de los cambios y se implementarán las medidas correctivas.

13.3.4 Salud y Seguridad Ocupacional

Parámetros a Medir:

Dentro de los túneles de la mina subterránea se medirán niveles de presión sonora, partículas respirables y gases (monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre). Así también, a los trabajadores de la mina subterránea se les hará una prueba de capacidad respiratoria.

A los trabajadores de las áreas de molienda, flotación y laboratorio se les tomarán muestras de sangre para el análisis de metales pesados. Así también se hará una prueba de audiometría a todos los trabajadores del Proyecto.

Puntos de Monitoreo:

En el Cuadro 13.19 se resumen los puntos de monitoreo.

Cuadro 13.19 Puntos de monitoreo de Salud y Seguridad Ocupacional

Parámetro	Túneles	Molienda, Flotación y Laboratorio	Proyecto
Frecuencia Muestreo	Trimestral	Anual	Anual
Presión sonora	●	✘	✘
Partículas respirables	●	✘	✘
Gases	●	✘	✘
Capacidad Respiratoria	●	✘	✘
Metales pesados en muestras de sangre	✘	●	✘
Audiometría	✘	✘	●

Metodología y Frecuencia:

El departamento de Salud y Seguridad Industrial/Recursos Humanos realizará las mediciones trimestrales en los puntos de mayor actividad laboral por parte de los operarios en la mina subterránea.

Adicionalmente el médico del Proyecto realizará anualmente una prueba de capacidad respiratoria en los operarios de la mina subterránea y tomará anualmente muestras de sangre para el análisis de metales pesados en trabajadores de las áreas de molienda, flotación y laboratorio. Todos los trabajadores del Proyecto harán una prueba de audiometría anualmente.

Interpretación:

Los resultados de monitoreo serán comparados con las normas de salud ocupacional.

Reacción:

En caso de encontrarse niveles arriba de los permitidos se determinarán las causas y se tomarán las medidas apropiadas.

13.3.5 Divulgación

Parámetros a Medir:

Se determinarán la percepción que tienen las personas sobre el desarrollo del proceso, que medirá la eficacia del plan de divulgación.

Puntos de Monitoreo:

Las comunidades vecinas al proyecto, la cabecera municipal, y algunas otras del municipio de San Rafael Las Flores. Adicionalmente, se conocerá la opinión de autoridades municipales, de los sectores de educación y salud, asociaciones, entre otros. En todo caso serán las mismas comunidades con las que se ha venido interactuando desde el año 2007.

Metodología y Frecuencia:

La percepción local sobre el desarrollo del proyecto se hará a través de talleres, reuniones y entrevistas. La frecuencia será anual.

Interpretación:

Los resultados de monitoreo serán comparados con la percepción de los años anteriores.

Reacción:

En caso de encontrarse diferencias relevantes se determinarán las causas y se tomarán las medidas apropiadas.

13.3.6 Resumen del Plan de Monitoreo

En el Cuadro 13.20 se presenta un resumen de todos los parámetros, la frecuencia y el responsable de realizar el monitoreo.

Cuadro 13.20 Resumen del Plan de Monitoreo

Parámetro	Frecuencia Muestreo	Responsable
Calidad del Aire		
PM ₁₀	Trimestral	Medio Ambiente
Gases de combustión	Trimestral y luego semestral	
Partículas Sedimentables totales	Trimestral y luego semestral	
Presión Sonora	Trimestral	
Vibraciones	Constante	
Calidad del Agua Superficial y Subterránea y de los Efluentes, Caudales y Niveles piezométricos		
Agua Superficial	Trimestral / Semestral	Medio Ambiente
Manantiales	Trimestral	
Caudales	Trimestral	
Piezómetros/pozos	Trimestral / Semestral	
Sedimentos	Semestral / Anual	
Pileta Cumplimiento Ambiental	Diario / Mensual	
Pozo control pileta agua de proceso	Diario / Mensual	
Planta tratamiento aguas residuales	Mensual	
Lodos	Anual	
Geoquímica de roca estéril y colas secas		
pH en pasta	Periódico o en cualquier momento que material pirítico, sulfuroso o con carbonatos	Medio Ambiente/ desarrollo de mina y geología
ABA	Cuando sea necesario descartar o confirmar resultados	
Biología Terrestre y Acuática		
Composición y Estructura Vegetal	Semestral inicialmente, luego anual	Medio Ambiente
Cobertura Vegetal	Cada dos años y luego al final del cierre del Proyecto	
Fauna	Semestral inicialmente, luego anual	
Macro-invertebrados	Semestral inicialmente, luego anual	
Peces	Semestral inicialmente, luego anual	
Hábitat	Semestral inicialmente, luego anual	
Salud y Seguridad Ocupacional		
Presión Sonora	Trimestral	Salud y Seguridad Industrial/Recursos Humanos
Partículas Respirables	Trimestral	
Gases	Trimestral	
Capacidad Respiratoria	Trimestral	
Metales pesados en sangre	Anual	
Audiometría	Anual	
Plan de Divulgación		
Percepción local	Anual	Desarrollo Sostenible

Se presentará un informe semestral al MARN con todos los parámetros que hayan sido monitoreados en ese periodo.

13.4 Plan de Recuperación Ambiental para la Fase de Abandono o Cierre

Todo el proyecto ha sido diseñado teniendo en mente el concepto de cierre final. Dentro de lo posible, todas las instalaciones han sido diseñadas y serán operadas para reducir la huella y las áreas de intervención, utilizando las técnicas de planificación y recuperación más avanzadas, incluyendo apilamiento de colas secas, la recuperación concurrente y la reconfiguración del sitio de acuerdo al entorno natural.

La planificación del cierre final del Proyecto incluye un compromiso para llevar la rehabilitación de manera concurrente con la operación. Esto permitirá la investigación y la verificación del éxito de los métodos de restauración a lo largo de la operación y así poder implementar los métodos con mejores resultados en el cierre y restauración final del proyecto.

Los siguientes componentes son necesarios para la ejecución de un programa de cierre exitoso: un estudio de opciones de cierre, la reclamación concurrente con la operación, tomar en cuenta la opinión de vecinos y futuros usuarios del sitio de proyecto, realizar una estimación de costos y un programa de evaluación para confirmar y/o mejorar actividades de restauración y el cierre final.

13.4.1 Beneficios de la Planificación Oportuna

Los beneficios de planificar adecuadamente el cierre y la recuperación desde la fase de diseño de la mina son varios, entre los cuales se incluyen los siguientes:

- Ayuda a que la planificación y el diseño de la mina sea ambientalmente beneficioso y sostenible.
- Promueve rehabilitación progresiva o concurrente.
- Permite que la planificación de la mina pueda ser modificada para evitar poner en riesgo los objetivos de la clausura.
- Tener un plan listo en caso de un cierre inesperado.
- Las partes involucradas en el Proyecto colaboran de manera proactiva y no de manera reactiva en el establecimiento de los criterios de clausura, sus objetivos y estándares.

- Reduce el tiempo de la clausura final y reduce las obligaciones ambientales.
- Se aumentan al máximo las oportunidades para lograr beneficios socioeconómicos y la sostenibilidad
- Se reduce al mínimo el potencial de contaminación y la degradación del medio ambiente.
- Se potencian las oportunidades de restauración del suelo de forma que pueda ser utilizado de forma productiva luego del cierre de la mina.

La recuperación concurrente utilizara los medios y métodos más ventajosos para la recuperación del potencial de la superficie para propósitos productivos tal como la agricultura. Se visualiza la revegetación con una mezcla de semillas nativas y se estudiará la posibilidad de restablecer las prácticas agrícolas locales en las áreas de recuperación concurrentes.

13.4.2 Objetivos de la Recuperación y la Clausura

Los objetivos de largo plazo para una clausura y recuperación exitosas incluyen los siguientes:

- Proteger la salud y seguridad pública.
- Atenuar o eliminar impactos ambientales.
- Proteger los recursos de las aguas superficiales y subterráneas.
- Lograr una utilización productiva del suelo posterior a la mina, ya sea para actividades agrícolas u otras alternativas de desarrollo.
- Dentro de lo posible, aplicar alternativas de cierre que permitan la sostenibilidad de los beneficios sociales y económicos que hayan resultado del desarrollo y las operaciones de la mina.

La clausura definitiva tendrá lugar al final de la vida operacional de la mina, cuando las etapas finales del programa de cierre y de recuperación sean implementadas. Este programa incluirá lo siguiente:

- Sellado permanente de los accesos a los trabajos subterráneos.
- Remoción de instalaciones de proceso de la mina, o conversión de las instalaciones a un uso beneficioso para la población.

- Contorneo del terreno, revegetación y la reforestación
- Programa de monitoreo ambiental.
- Programa de monitoreo de agua superficial y subterránea.

13.4.3 Descripción de la Restauración y la Recuperación

Las actividades de recuperación iniciarán en cuanto sea posible, con la remoción y el almacenamiento del suelo orgánico y su colocación en las laderas inferiores del depósito de colas. Una vez colocado el suelo se promoverá el crecimiento de vegetación dispersando una mezcla de semillas o sembrando variedades agrícolas locales. Los taludes del depósito de colas serán recuperados y revegetados en forma concurrente con las operaciones. Conforme se construye un nivel o capa nueva, el talud será cubierto con suelo fértil y revegetado.

La recuperación final de todas las áreas intervenidas, incluyendo la parte superior del depósito de colas se completará al final de la vida de la mina, una vez hayan cesado las operaciones de producción.

La recuperación de los depósitos de roca estéril que no haya sido utilizada como material de construcción, se llevará a cabo reconfigurando los sitios para crear formas naturales de acuerdo a la topografía del área. Estos depósitos o plataformas serán cubiertos por una capa uniforme de suelo orgánico de un mínimo de 30 cm de espesor y revegetados.

13.4.4 Uso de la Tierra después del Cierre de la Mina

La visualización y la decisión sobre el uso de la tierra al cese de operaciones mineras son fundamentales para promover el óptimo aprovechamiento del cierre técnico. Si simplemente se remueven las instalaciones y se revegeta el área sin tomar en cuenta los intereses de los usuarios finales, se podrían perder recursos valiosos que podrían originar un mayor beneficio a los usuarios finales. Las instalaciones e infraestructura que puedan ser de utilidad para enriquecer y fortalecer las actividades productivas de la zona deberían ser dejadas en el lugar. Adicionalmente, en coordinación con una iniciativa de desarrollo social y económico, algunas de las instalaciones pueden proveer oportunidades para el desarrollo o la expansión de empresas comerciales para el beneficio de la comunidad local.

La determinación final en cuanto al uso post minería de las diferentes áreas e instalaciones será tomada en forma conjunta con las comunidades y futuros beneficiarios futuros de las instalaciones. Este plan de cierre y recuperación considera los usos potenciales de cada instalación con el objetivo de fortalecer la actividad productiva sostenible para la comunidad local.

De la misma forma, en el caso que no se logre definir de antemano un uso apropiado algunas instalaciones, se considera como adecuado su remoción y la revegetación de los terrenos como una opción final.

13.4.5 Recuperación y Cláusura por Áreas o Instalación

Detalles de la propuesta de recuperación y disposición final de cada instalación se describen a continuación.

13.4.5.1 Portales e Instalaciones Subterráneas

Una gran porción de las excavaciones subterráneas serán recuperadas durante las mismas operaciones de minado, con la colocación de la pasta de relleno. Esto tiene varios beneficios, entre los cuales se encuentran:

- La colocación de una gran porción de material de colas en la mina subterránea, reduciendo así las dimensiones del depósito en la superficie;
- La colocación final segura y el encapsulamiento de material con potencial de generar ácido; el contenido de cemento y cal en la pasta de relleno es un neutralizante eficaz del potencial de generación de ácido;
- Estabilización de las excavaciones e instalaciones subterráneas;
- Protección del agua subterránea, limitando su paso a través de las excavaciones abiertas, y
- Protección del público eliminando pasajes subterráneos.

13.4.5.2 Portal de la Mina y Clausura de las Rampas de Acceso

Con la terminación de las actividades de la mina, todas las entradas a la mina subterránea y chimeneas de ventilación a la superficie serán selladas permanentemente con la colocación de bloques o tapones de concreto.

Las entradas a la mina serán cerradas permanentemente instalando un muro de cemento en las rampas de acceso. El muro se construirá en el punto donde la columna de roca sobre-yacente tenga una altura mínima de tres veces la altura del techo de la rampa. Las rampas de acceso en El Escobal tienen 6 metros de altura, por lo tanto los bloques de cierre serán colocados en donde la distancia vertical entre el techo de la rampa y la superficie sea no menor de 18 metros y las dimensiones del bloque o tapón serán de 6 x 6 metros. Los portales serán luego rellenos con roca a un espesor mínimo de 10 metros, re-contorneados, y revegetados. El nivel freático antes de las actividades mineras se encuentra a 35 metros por debajo de la elevación de los portales y es de esperarse que el nivel estático se recupere a los mismos niveles una vez cesen las operaciones de minado. Aun cuando se calcula que el nivel freático después del cese de operaciones estará por debajo de la elevación del tapón de mina, se colocará un tubo de 10 centímetros de diámetro que atraviese el bloque de hormigón de cemento, con el fin de eliminar el potencial de acumulación de presión hidráulica en la rampa.

El diseño de clausura del portal y las rampas de acceso garantiza la seguridad al público y mantiene la integridad geotécnica de las entradas a la mina. Un monumento de concreto será construido en la entrada del portal sellado y restaurado, con una placa con el nombre y dirección de Minera San Rafael, las coordenadas UTM del portal y la fecha de clausura del portal. La clausura y recuperación de los portales está ilustrada en la Figura 13.10.

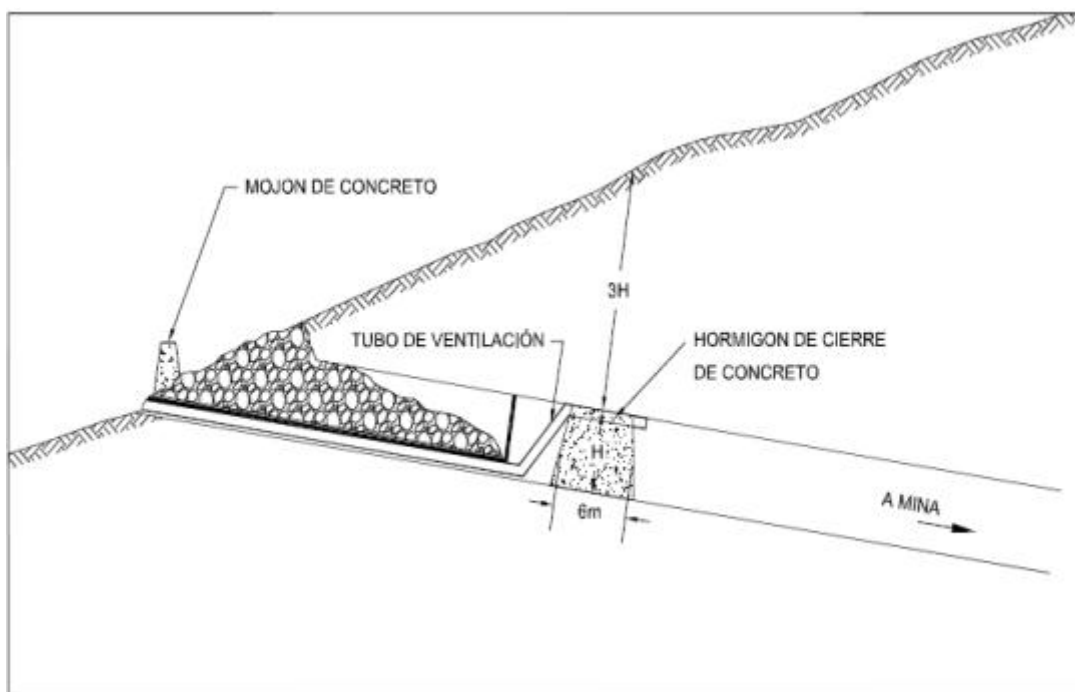


Figura 13.10. Detalle de Clausura del Portal (no a escala)

Las chimeneas de ventilación serán selladas en forma permanente por medio de la colocación de planchas metálicas pesadas sobre la chimenea, lo cual garantiza la seguridad del público y la integridad de la chimenea, en caso de que por alguna razón la mina fuera abierta en el futuro. La plancha de sello se construirá colocando una base de cemento de un metro de espesor alrededor del tubo de la chimenea, seguida por una plancha de metal con soporte de vigas de acero y un relleno de concreto de un metro de espesor sobre la plancha de hierro. Las dimensiones de la plataforma superior de concreto tendrán un mínimo de dos veces el diámetro de la chimenea. Como el nivel freático está muy por debajo de los sellos, no se ha considerado medidas de control de presión hidráulica, aunque un tubo de ventilación podría ser instalado fácilmente si fuese necesario. Un monumento o mojón de concreto se construirá sobre la plataforma, indicando la ubicación de la chimenea.

La figura 13.11 ilustra la ventilación del plan de clausura de una chimenea.

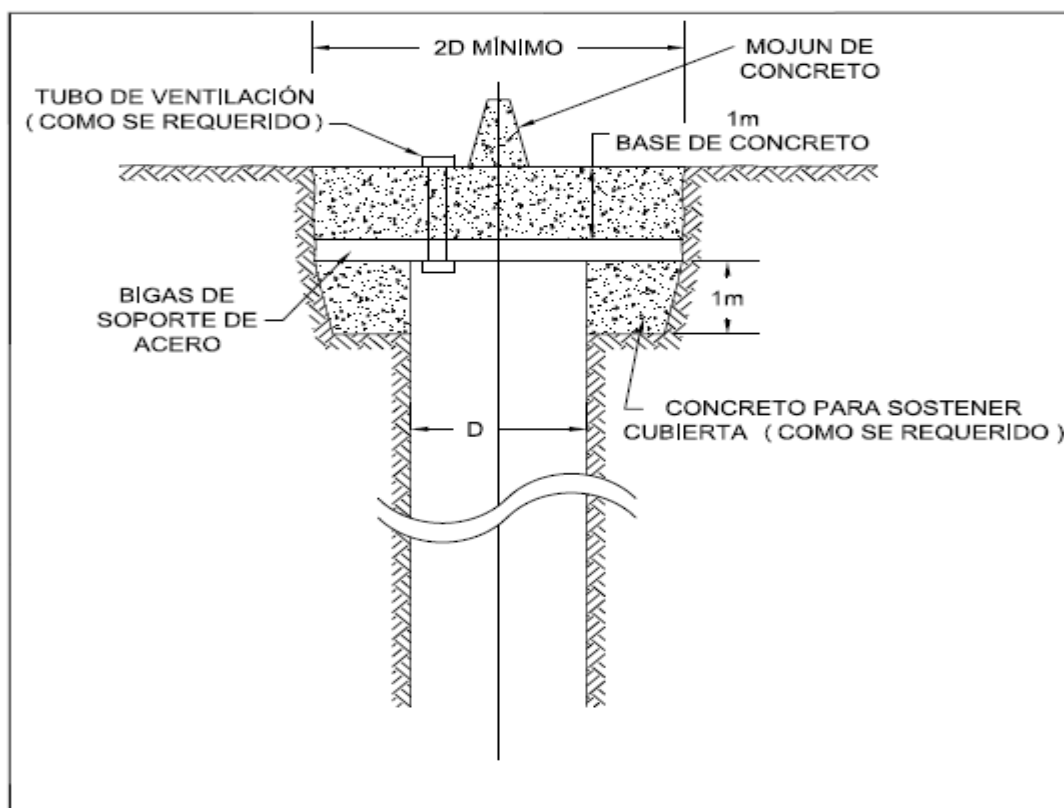


Figura 13.11 Detalle del Sello de Chimenea de Ventilación (no a escala).

Los pozos de monitoreo de la mina subterránea podrán mantenerse en funcionamiento para proveer información de calidad y cantidad de agua hasta el cierre definitivo del proyecto, y aun después si es requerido.

13.4.6 Instalaciones de Proceso

Las instalaciones de proceso incluyen todas las construcciones que se usaron para transportar y almacenar o que estuvieron expuestas a soluciones o concentrados de proceso durante el curso de la operación de la mina. En esta categoría está incluido también el taller de mantenimiento de la mina, el área de lavado de camiones y estaciones de combustibles, debido a la naturaleza de los productos químicos implicados en su operación y la necesidad de la caracterización apropiada y la disposición final de contaminantes.

Las instalaciones industriales, incluyendo trituradoras, molinos, celdas de flotación, bandas transportadoras, tanques espesadores, instalaciones de carga de concentrados, piletas de proceso y agua de contacto, instalaciones de manejo y almacenamiento temporal de colas, instalaciones para producción de pasta de relleno, laboratorio, edificios de servicio de mina y la estación de combustible serán desmantelados y removidos del sitio durante el cierre final. Se llevarán a cabo análisis de suelos en todas las áreas intervenidas para identificar contaminantes potenciales fuera del rango de la línea base. Los suelos contaminados que se identifiquen, serán tratados de acuerdo a normas y practicas norteamericanas. Las plataformas de concreto y cimentación de edificios y equipo de proceso serán limpiados, cubiertos con una capa de suelo y revegetados. Las estructuras de cimentación que no sea posible cubrir serán demolidas y el área recuperada y revegetada.

El escombros de metal y materiales de valor comercial (madera, metal, etc.) serán reciclado o vendido localmente. Los materiales de construcción como bloque, escombros de concreto, tabla yeso, instalaciones eléctricas y tuberías serán desechados en un relleno sanitario.

La pileta de proceso será removida al cese de operaciones. Para esto se extraerá toda el agua, se removerá el revestimiento doble de geomembrana y el sistema de colección de fugas. El material de revestimiento y otros materiales de la pileta serán desechados por una empresa especializada en desechos de acuerdo con las regulaciones de Guatemala. La tierra debajo de la pileta será enviada a prueba para contaminantes y remediada según sea necesario, y el sitio será nivelado para proveer un drenaje positivo, se instalarán controles de erosión y será revegetado.

La Planta Tratamiento de Agua de Proceso, la Pileta de Agua de Contacto y la Pileta de Cumplimiento Ambiental permanecerán después del cese de operaciones y la demolición y recuperación de otras instalaciones de proceso. Esta instalación continuará operando para tratar agua de contacto de la pileta de depósito de colas hasta que el flujo cese o la calidad del agua cumpla con los estándares de calidad. Cuando el flujo cese o el agua cumpla con los estándares de calidad requeridos, la planta de tratamiento y piletas serán removidas.

La Planta será desmantelada, la cimentación de concreto removida y el suelo analizado por contaminantes y remediada según sea necesario. El sitio luego será re-nivelado para el proveer drenaje positivo, control de erosión y revegetado.

La Pileta de Agua de Contacto será removida siguiendo el mismo procedimiento de la Pileta de Proceso descrito anteriormente.

La Pileta de Cumplimiento Ambiental podrá ser dejada en su sitio y servir como almacenamiento de agua limpia para usos agrícolas u otras actividades productivas.

13.4.7 Depósito de Colas Secas

Durante el cierre final, la superficie superior del depósito de colas secas será cubierta con una capa de suelo fértil y revegetada. Las superficies serán niveladas para dirigir el drenaje pluvial hacia el sur y oeste. Escorrentía de lluvia será redirigida por un drenaje en la orilla sur del depósito de colas y descargando en la Pileta de Efluente del depósito de colas. El drenaje y los canales construidos en los taludes serán protegidos con gaviones para evitar la erosión. Una vez que la superficie haya sido reconformada y los canales de drenaje construidos, el tubo central de agua de escorrentía será abandonado en su sitio, llenándolo de concreto hasta un punto 100 metros arriba de la borda de soporte inicial. Esto se hace con el fin de prevenir la posibilidad de fisuras o canales dentro de la pila de material si el tubo colapsara.

En la clausura inicial, el tubo de drenaje de agua de contacto debajo del depósito de colas permanecerá en el lugar para continuar captando cualquier agua que pueda drenar desde el depósito, hasta que el flujo baje a un nivel o tasa predeterminada; entonces se procederá a abandonar el tubo en su sitio, rellenándolo con concreto hasta un punto 100 metros arriba del borde de soporte inicial, de la misma forma que el tubo sólido de agua de lluvia.

La pileta de agua de escorrentía al pie del depósito de colas será mantenida en operación y monitoreada hasta que los estándares de calidad de agua sean cumplidos o cese el flujo de efluente del depósito de colas. Al final del cierre de la mina, esta pileta será dejada en su lugar para almacenar agua fresca para proyectos agrícolas u otras actividades productivas.

13.4.8 Estructuras y Edificaciones Auxiliares

13.4.8.1 Caminos, Puentes, y Estructuras de Desagüe

El mejoramiento de los caminos, los puentes, y las estructuras de desagüe, incluyendo las piletas de precipitación pluvial y la canalización de la Quebrada Escobal, se dejarán en el lugar como beneficio a la comunidad local para la operación posterior a la actividad minera. La estrategia general de manejo de aguas está descrita en el Plan de Manejo de Agua Subterránea y Superficial.

13.4.8.2 Polvorín

Las instalaciones para almacenamiento de explosivos serán removidas y el suelo analizado por posibles contaminantes y tratado si fuese necesario. El área será reconfigurada para asegurar un drenaje natural y control de erosión, cubierta con suelo orgánico y revegetada. Usos potenciales de post mina de este sitio incluyen almacenamiento, corrales, construcción de una estructura o vivienda pequeña o uso agrícola.

13.4.8.3 Garita de Vigilancia del Polvorín

La garita de vigilancia podrá permanecer en el sitio y ser utilizada en actividades posteriores a la operación minera. Esta instalación podría ser utilizada como vivienda u oficina de campo para apoyo de actividades productivas.

13.4.8.4 Tanque de Agua Potable y Clorinador

El Tanque de Agua Doméstica y el clorinador permanecerán con la tubería de distribución principal. Esta instalación continuará abasteciendo agua potable para el Desarrollo Residencial al oeste de la propiedad y a las instalaciones auxiliares restantes.

13.4.8.5 Tanque de Agua Contra Incendios

El Tanque de Agua de Incendios y la tubería de distribución principal permanecerán en su sitio y podrán proveer agua de reserva para protección contra incendios para las instalaciones de post mina, incendios forestales y desarrollos residenciales del área. Este sistema está diseñado para requerir muy poco mantenimiento.

13.4.8.6 Taller de la Mina

Como se describe en el proceso de la sección de instalación, el taller de la mina será desmantelado, el suelo analizado tratado si es necesario. El área de plataforma será nivelada para un drenaje positivo, control de erosión y revegetada. Esta área ofrece oportunidades para la agricultura o construcción de edificios.

13.4.8.7 Instalaciones de Lavado de Equipo Móvil

Las instalaciones de lavado de camiones y equipo móvil serán removidas, el suelo analizado por la presencia de posibles contaminantes y remediado si fuera necesario. El área será nivelada para permitir el drenaje y control de la erosión y revegetada. Esta área ofrece oportunidades para la agricultura o construcción de edificios.

13.4.8.8 Instalación de Operaciones de la Mina

La Instalación de Operaciones de la Mina consiste de una estructura de dos pisos configurada para oficinas. Este edificio presenta oportunidades de uso posterior a las operaciones mineras, ya sea como un negocio o convirtiéndolo a una finca o vivienda familiar, ya que contara con todos los servicios básicos.

13.4.8.9 Vestidores

Los vestidores son una estructura de dos pisos configurada para usarse como vestidores, duchas, y espacio para objetos personales de los trabajadores de la mina. Esta instalación también contiene oficinas y un espacio de reunión y podría utilizarse también para desarrollo comercial, convertida en escuela o centro comunitario.

También cuenta con todos los servicios básicos, los cuales podrían ser rediseñados para el efecto.

13.4.8.10 Edificio de Seguridad Industrial y Equipo de Rescate

El edificio de la Seguridad Industrial y Equipo de Rescate de la Mina consiste de una estructura de un nivel configurada como oficinas y un lugar de reunión. Esta instalación presenta espacio para oportunidades de negocios o ser convertida en vivienda familiar.

13.4.8.11 Instalación Médica

El edificio de Instalación médica consiste en una estructura de un solo piso configurada para servicios médicos de emergencia. Esta instalación está específicamente diseñada para esta actividad y podría continuar utilizándose como clínica comunal o privada después del cierre de la mina.

13.4.8.12 Oficinas Administrativas

El edificio de oficinas administrativas consiste de una estructura de un solo piso configurada para oficinas. Esta instalación provee oportunidad para oficinas, actividades comerciales, una escuela o una conversión a vivienda. Esta instalación y los servicios públicos de apoyo pueden ser remodelados para satisfacer el uso deseado posterior a la mina.

13.4.8.13 Guardería

El edificio de la Guardería es una estructura de un solo piso configurado para los servicios de cuidado de niños de las trabajadoras de la empresa. Esta instalación está bien adaptada a su papel y podría ser un lugar perfecto para un kínder o colegio para niños en edad pre-escolar. Esta instalación se dejara en su lugar con todos los servicios básicos funcionando.

13.4.8.14 Caseta de Vigilancia

El edificio de la Caseta de Vigilancia consiste de una estructura de un solo piso configurada para la seguridad y control de acceso al proyecto. Esta instalación puede ser convertida para uso comercial o espacio de oficinas, almacén, etc. Este edificio puede ser remodelado y quedar para uso posterior a la actividad minera.

13.4.8.15 Bodega

El edificio de Bodega consiste en una estructura de un solo piso configurado para las actividades de almacenamiento y distribución. Esta instalación está bien adaptada para continuar como un centro de almacenamiento y distribución para productos agrícolas o negocios comerciales, como la fabricación de productos livianos, maquila, etc. Esta instalación y los servicios de soporte permanecerán y podrán ser remodelados para acomodar el uso deseado después de la minería.

13.4.8.16 Instalación de Tratamiento de Aguas Residuales

La Instalación de Tratamiento de Aguas Residuales permanecerá para continuar el procesamiento de aguas residuales de las instalaciones que permanezcan en el sitio, en adición al Desarrollo Residencial. Costos operativos serían derivados de tarifas de usuarios para las instalaciones conectadas.

13.4.8.17 Incinerador

La Instalación del Incinerador podría permanecer en su sitio para servir las necesidades de los usuarios en el lugar y podrá ser operada comercialmente para servir a la comunidad local.

13.4.8.18 Subestación

La Subestación Eléctrica permanecerá para servir las necesidades de los usuarios en el área sitio y podrá ser operada comercialmente para servir a la comunidad.

13.4.9 Desarrollo Residencial

El Desarrollo Residencial permanecerá y funcionará como viviendas residenciales. Las viviendas podrán ser operadas en forma de alquiler o propiedad privada, de acuerdo a lo determinado al cierre de la mina. Infraestructura de soporte incluye los sistemas contra incendio, agua doméstica, planta de tratamiento de aguas residuales y el servicio eléctrico.

13.5 Manejo de Escorrentía

El agua superficial será manejada mediante estructuras construidas para toda la vida activa de la mina y permanecerán al cierre de la misma. Estas estructuras incluyen alcantarillas permanentes, dispositivos de control de erosión tales como cestas de gavión, canales en concreto y empedrados, y el canal de conducción de la quebrada Escobal.

La estrategia de manejo de las aguas superficiales es mantener la escorrentía superficial en su cauce natural hasta donde sea posible. En donde sea necesario hacer desvíos de cauces, la meta es regresar los flujos a su cauce original si es posible, o mantener los cauces lo más cercano posible a su condición original en lo que concierne a volumen de flujo, calidad y velocidad del agua.

Los controles de escorrentía superficial que hayan sido construidos, monitoreados y refinados durante las operaciones, permanecerán para proporcionar el mismo nivel de control al cierre de la mina.

13.6 Revegetación

La vegetación en el sitio está caracterizada por la presencia de potreros arbolados con especies arbóreas naturales tales como encino, pino, ciprés y especies de arbustos de estratos bajos. Los productos agrícolas en el área incluyen el maíz y frijol para consumo local, y producción comercial de cebolla, tomate y café. De la mezcla local, algunos serán seleccionados para reforestar y replantar las áreas impactadas; la selección dependerá de las especies más cercanas, y que ofrezcan el mayor beneficio al uso de las tierras después de la recuperación.

Estas actividades de revegetación comenzaran en áreas de apilamiento de materiales y taludes expuestos tan pronto como sean construidas y serán monitoreados para registrar el progreso anual de la vegetación. El monitoreo de vegetación será realizado durante la vida de la mina para obtener información de rendimiento y características de funcionalidad.

13.7 Monitoreo Ambiental

El monitoreo de las condiciones ambientales es una actividad que comenzó durante la etapa de exploración y que ha sido desarrollado continuamente para proporcionar una línea base del proyecto.

Parámetros de monitoreo para caracterización de línea base y que se continuarán monitoreando durante el proceso de cierre serán:

- Flora y Fauna. Estudios de biología acuática y terrestre, con conteo y descripción de especies.
- Recursos arqueológicos. Inspecciones y estudios para identificar posibles sitios arqueológicos y su origen.
- Condiciones socioeconómicos. Estudio y condiciones de las comunidades.
- Calidad de aire. Muestreo de partículas suspendidas.
- Niveles de ruido. Estudios de nivel de ruido para determinar como el ruido afectará comunidades cercanas.
- Vibraciones. Estudio de vibraciones para determinar las condiciones de la comunidad antes de las operaciones mineras.
- Caracterización de suelos.
- Información meteorológica, por medio de una estación en sitio y con la referencia de estaciones locales a un radio de 25 km alrededor del proyecto.
- Calidad de agua superficial y subterránea por medio de muestreo fisicoquímico.
- Hidrología y geo-hidrología.
- Geoquímica y geología. Descripciones desarrolladas desde la etapa de exploración inicial.

14. ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE CONTINGENCIA

14.1 Introducción

El Proyecto está diseñado conforme a estándares norteamericanos y utilizará las mejores prácticas internacionales de manejo ambiental para minimizar los impactos sobre el medio ambiente y cumplir con las regulaciones de la República de Guatemala. Por tal razón, para el diseño de este Plan de Manejo de Contingencias se siguieron las recomendaciones del Apéndice 1 del documento emitido por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, denominado “APELL para la Minería, Guía para la Industria Minera a fin de Promover la Concientización y Preparación para Emergencias a Nivel Local” (PNUMA, Reporte Técnico No. 41, 2001).

14.2 Propósitos y Objetivos

El propósito de este Plan de Contingencias es presentar, de manera organizada, planificada y coordinada, los cursos de acción que se deberían seguir en caso de una emergencia durante la construcción y la operación del Proyecto Minero Escobal. Estas acciones minimizarán los riesgos a las instalaciones, los peligros a la salud humana de trabajadores y vecinos, disminuyendo a su vez los impactos potenciales sobre el medio ambiente.

Una contingencia es un evento o circunstancia probable indeseable, para la cual la operación minera debe adquirir un cierto nivel de preparación para responder adecuadamente y una prudente concientización. Por otra parte, una emergencia es una situación peligrosa que causa un riesgo inminente sobre la salud humana y del ambiente, que ocurre de manera imprevista y que exige de una rápida acción de manejo.

Este Plan de Manejo de Contingencias es esencial para una respuesta efectiva e inmediata ante una emergencia. Sin un plan de contingencias, adecuadamente planificado e implementado, se podría perder tiempo valioso y crítico ante una emergencia, lo que podría resultar en riesgos adicionales a la vida, la propiedad y al medio ambiente. Este plan incrementará la capacidad de la organización y deberá ser el punto de inicio en cualquier acción de respuesta ante una emergencia.

Este Plan analiza y resume los riesgos asociados a las actividades que se realizarán durante la construcción y la operación del Proyecto. Se hace una lista lo más exhaustiva posible de las contingencias y de las medidas recomendadas para disminuir su daño potencial. Las medidas de prevención están asociadas a los diferentes programas de manejo ambiental indicados en el Plan de Gestión Ambiental, capítulo 13 anterior.

Aun cuando las medidas de prevención disminuirán de manera muy importante la posibilidad de que ocurran contingencias, en este documento se incluyen Planes de Respuesta ante Emergencias (PREs) para las siguientes situaciones:

- I. Derrames de combustibles o de reactivos químicos;
- II. Desastres naturales;
- III. Fuego/explosiones;
- IV. Emergencias médicas/accidentes;
- V. Respuesta a emergencias fuera del sitio de operaciones;
- VI. Pérdida de energía eléctrica, y
- VII. Asuntos de seguridad que requieran intervención policial.

No todas las emergencias pueden anticiparse. Sin embargo, un PRE bien diseñado junto con un personal entrenado en la atención de emergencias podrían resolver de manera satisfactoria la mayoría de las situaciones que se presenten. De igual forma, el personal de respuesta ante emergencias y otro personal entrenado del Proyecto, estarán en capacidad de colaborar con la comunidad, en la eventualidad de un desastre natural o en situaciones de emergencia en otros centros industriales cercanos. El PRE incluye coordinaciones a nivel municipal, comunicaciones con medios y relaciones públicas.

14.3 Responsabilidades

Todos los empleados y contratistas deberán de cumplir con este Plan. El Gerente de Seguridad Ocupacional será la persona competente para hacer cumplir este Plan. El Gerente de Seguridad contará con el apoyo y coordinación del Gerente de Medio Ambiente en aquellas emergencias que así lo requieran. La implementación exitosa de esta Plan requerirá del apoyo de la Gerencia de Construcción y de la Gerencia General de Minera San Rafael.

14.4 Evaluación y Revisión de este Plan

Este Plan hace énfasis en las primeras etapas del Proyecto, en especial durante la construcción de la Planta de Proceso. Aun cuando se contemplan actividades durante la operación, se recomienda la revisión de este Plan una vez puesto en marcha el Proyecto para ajustarlo a las condiciones reales post-construcción. Este Plan será revisado de manera periódica o cuando se considere necesario, principalmente cuando haya cambios en las actividades o en las condiciones del sitio.

Es importante mencionar, que ya existe un plan de contingencias para la construcción de los túneles y otras actividades subterráneas, el cual está incluido en el Estudio de Impacto Ambiental aprobado en marzo del 2011.

14.5 Necesidad de este Plan

Este Plan de Manejo de Contingencias ha sido desarrollado para cumplir con los requisitos legales aplicables de la República de Guatemala y siguiendo recomendaciones internacionales, en particular, las recomendaciones emanadas de la PNUMA (2001) en cuanto al manejo de contingencias en operaciones mineras.

14.6 Requisitos y Compromisos Legales

14.6.1 Aspectos Legales

Al considerarse como proyectos de tipo A, todos los proyectos mineros en Guatemala deben preparar un Estudio de Impacto Ambiental exhaustivo, que incluye Planes de Manejo Ambiental. Dentro de los Planes de Manejo se exige la presentación de un Plan de Manejo de Contingencias. El organismo estatal responsable de la revisión y aprobación de dichos planes en el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Tanto el EIA como los planes de manejo resultan en compromisos empresariales que se tornan obligatorios cuando el EIA es aprobado.

El Código de Salud (Decreto 90-97), en su artículo 197, indica que “todo empleador está obligado a adoptar las precauciones necesarias para proteger eficazmente la vida,

la seguridad y la salud de los trabajadores en la prestación de sus servicios” En este mismo artículo se indica que el empleador debe hacer esfuerzos para prevenir accidentes de trabajo, enfermedades profesionales, incendios y otros accidentes, mediante el suministro de equipos de protección personal, la colocación de resguardos en máquinas e instalaciones, brindando capacitación adecuada, manteniendo máquinas e instalaciones en buenas condiciones y brindando condiciones adecuadas para la atención de emergencias y primeros auxilios. Este artículo en sí mismo brinda la base para la obligatoriedad del estudio de los riesgos del trabajo y la implementación de planes de respuesta ante emergencias en las operaciones mineras. Estas obligaciones están complementadas y ampliadas en el “Reglamento sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo” (IGSS).

14.6.2 Política de Responsabilidad Social Empresarial

Minera San Rafael tiene una clara política de Responsabilidad Social Empresarial, política que cubre todas sus actividades empresariales. Esta política, en su apartado sobre el medio ambiente, establece el compromiso de operar sus minas y proyectos de manera ambientalmente responsable. Esta responsabilidad exige minimizar los impactos sobre el ambiente natural a través de prácticas operativas seguras y la educación de los trabajadores y contratistas que trabajan en sus instalaciones.

La política de Responsabilidad Social Empresarial, también es clara en cuanto a la salud y seguridad ocupacional de sus trabajadores, tema que incluye el manejo adecuado de sustancias peligrosas y la respuesta ante emergencias.

14.6.3 Prácticas Ambientales Internacionales

Como se indicó anteriormente, el Proyecto Escobal cumplirá con las leyes de Guatemala y los reglamentos y políticas ambientales recomendadas por el Banco Mundial y otras normas y directrices ambientales reconocidas internacionalmente. En campos en que la normativa Guatemalteca es poco desarrollada en temas ambientales, se utilizarán comparativamente normativas canadiense o de EEUU.

Banco Mundial y la Corporación Financiera Internacional (IFC) proporcionan el más completo conjunto de directrices ambientales consistentes con los requisitos para la minería de América del Norte. Por otra parte, el Programa de las Naciones Unidas para

el Medio Ambiente (PNUMA) ha preparado un manual para el desarrollo de Planes de Respuesta a Emergencias para los proyectos mineros denominado: APELL para la Minería, Guía para la Industria Minera en la Sensibilización y Preparación para Emergencias a Nivel Local. El manual fue utilizado como guía para el desarrollo de este Plan de Contingencias.

El Código Internacional de Manejo del Cianuro, que da recomendaciones específicas sobre la fabricación, transporte y uso de cianuro en la producción de oro, fue preparado en 2002 bajo la dirección de un Comité Directivo elegido por PNUMA y el Consejo Internacional de Metales y Medio Ambiente. Este código contiene directrices sobre la planificación de manejo de emergencias específicamente para el cianuro.

14.7 Descripción del Proyecto y Análisis de Riesgo

14.7.1 Descripción del Proyecto

La mina Escobal consistirá en una serie de labores subterráneas que permitirán la extracción de un importante yacimiento de plata, plomo, zinc y oro, de clase mundial, y la producción, mediante flotación secuencial diferenciada, de concentrados mercadeables de minerales de plata-plomo-oro y de zinc. Además de las operaciones subterráneas y de la planta del proceso de flotación, se contará con una planta de quebrado y molienda del mineral, un depósito de colas o relaves secos, dos o tres depósitos de suelo orgánico, una laguna de captación de escorrentía en la base del depósito de colas, además de varias instalaciones relacionadas como oficinas, bodegas, patios de almacenamiento de materiales (sockpile), bandas transportadoras y caminos de acceso.

14.7.1.1 Actividades durante la Construcción

La construcción del Proyecto de Escobal se realizará mediante una combinación de los empleados de Minera San Rafael, subcontratistas, instaladores calificados e inspectores tanto guatemaltecos como extranjeros. El trabajo consistirá en la construcción de caminos de acceso, mejoras de algunas de obras de construcción vial, el desarrollo de escombreras, continuación y ampliación de las labores subterráneas, construcción del sitio de acopio de colas secas, y la construcción de edificios

administrativos, fajas transportadoras, planta del proceso de flotación, piletas de proceso y otros sitios relacionados.

Las actividades incluirán la remoción de la vegetación y la capa de suelo orgánico de las zonas de construcción, mediante maquinaria y el desarrollo de Mejores Prácticas de Manejo (BPM) para el control de la erosión y los sedimentos en los sitios de almacenamiento de suelo u otros medios de crecimiento de vegetación, y el almacenamiento y manejo adecuado de productos derivados del petróleo.

14.7.1.2 Actividades Durante la Operación

La producción de mineral del Escobal se efectuará mediante minería subterránea utilizando el método de tiro largo o barrenos largos. Este método consiste en abrir dos túneles horizontales en dos subniveles diferentes a lo largo de la veta y luego barrenar y romper con explosivos el mineral en forma vertical desde el nivel superior hacia el nivel inferior, desde donde el mineral es excavado mediante maquinaria de producción. Los túneles superior e inferior se excavarán en los límites de los bloques previamente establecidos que permitirán ir desarrollando las galerías de extracción. A medida que el mineral se extrae a lo largo de la veta en las galerías de producción, estas se irán llenando con un relleno en pasta formado por una mezcla de colas y cemento. Una vez transcurrido el tiempo de secado o “fraguado” del relleno, se puede continuar con el proceso de minado.

El mineral extraído de los subterráneos será transportado a una planta de flotación selectiva por medio de la cual se producirá un concentrado de mineral de plomo de alta calidad con contenido de oro y plata y un concentrado de mineral de zinc con algunos valores de oro y plata. Los diferentes pasos requeridos para procesar el mineral y producir los concentrados se resumen a continuación:

- i. Reducción de tamaño del mineral proveniente de la mina por medio de una trituradora de mandíbula primaria a un diámetro menor de 200 milímetros.
- ii. Trituración secundaria y terciaria, para reducir el tamaño del mineral de 200 milímetros a menos de 9 milímetros.

- iii. La molienda del mineral triturado se llevará a cabo en un circuito de molino de bolas donde se reducirá el mineral a un tamaño apropiado para procesamiento en un circuito de flotación. El molino de bolas operará en un circuito cerrado con hidrociclones para proporcionar un tamaño de mineral de 80 por ciento pasando 106 micrones al circuito de flotación.
- iv. La planta de flotación consistirá en circuitos selectivos de flotación para sulfuro de plomo y para sulfuro de zinc. Los circuitos de flotación consistirán cada uno en flotación primaria y de limpieza para producir un concentrado de plomo, oro y plata de alto valor, y un concentrado de zinc de valor bajo con valores redituables en oro y plata.
- v. El concentrado final de plomo será espesado, filtrado, colocado en supersacos y cargado en camiones para su exportación. El concentrado final de zinc también se espesará, filtrará, se colocará en supersacos y cargará en camiones para su exportación.
- vi. Las colas de flotación se espesarán, filtrarán y se almacenarán en seco en un área de depósito de colas o se transportarán a una planta de pasta para relleno.
- vii. El agua del desecado de colas y concentrado se tratará y se reciclará para usarse de nuevo en el proceso.
- viii. Almacenamiento, preparación, y distribución de reactivos usados en el proceso. Los reactivos incluidos serán, xantato de amilpotasio (colector), xantato isopropílico de sodio (colector), Flomin C-4132 (colector), Flomin C-7931 (colector), espumante Aerofroth X-133, cianuro de sodio (depresor), sulfato de zinc (depresor), sulfato de cobre (activador) y floculante.

14.7.2 Equipo Minero para la Construcción y la Operación

Tanto durante la construcción como durante la operación se utilizará equipo pesado especializado para labores mineras. Esto incluye equipos para laboreo subterráneo como perforadora para la colocación de explosivos, cargadores y camiones de volteo

de bajo perfil. En la superficie se requerirá de maquinaria para movimiento de tierra, labores estructurales y de concreto y para la colocación de cubiertas de geosintéticos.

14.7.3 Materiales Peligrosos Usados Durante la Construcción y la Operación

Tanto durante la construcción como durante la fase de operación y el cierre, el Proyecto Minero Escobal utilizará insumos que son clasificados como peligrosos.

Durante la construcción, y en particular durante la construcción de los túneles para minado subterráneo, se hará uso de explosivos. También durante la construcción se utilizarán combustibles y otros derivados de petróleo (fluidos de transmisión, lubricantes, fluidos hidráulicos, etc.), tanto para maquinaria móvil como estacionaria.

Durante la puesta en marcha y la operación y en particular para el proceso de flotación secuencial, se utilizarán diferentes insumos químicos, denominados colectores, espumantes o reguladores (promotores y depresores) del proceso de flotación. Estos, junto a los combustibles y otros derivados de petróleo que se utilizarán en la maquinaria y equipos, constituyen el grueso de los materiales peligrosos que se utilizarán en Escobal. Adicionalmente se utilizará en el proceso algunos floculantes, anti-incrustantes (o desincrustantes) y otros.

14.7.4 Evaluación del Riesgo

Los riesgos asociados con el desarrollo del proyecto se discuten ampliamente en el Estudio de Impacto Ambiental y en el Plan de Gestión Ambiental. Estos estudios incluyen también medidas preventivas que se llevarán a cabo para reducir los riesgos.

La mayoría de los riesgos durante la fase de construcción están asociados al uso y almacenamiento de combustibles y a los equipos pesados de construcción. El uso inadecuado o negligente de estos equipos puede resultar en el daño o la pérdida de la vida humana, incluyendo colisiones, vuelcos, explosiones, incendios, descargas eléctricas, accidentes de aplastamiento o desmembramiento. Al mismo tiempo, uso negligente y las malas prácticas de mantenimiento puede causar serios problemas ambientales. El uso inapropiado de equipo pesado para el movimiento de tierras puede provocar erosión innecesaria y problemas de sedimentación, la excesiva eliminación

de la vegetación, al igual que pérdida de la vida silvestre. Por otra parte, el descuido o negligencia durante las actividades de mantenimiento de equipo puede causar derrames, contaminación de los suelos y polución de las aguas superficiales y subterráneas con el consiguiente impacto sobre la vida silvestre, otros recursos naturales y los seres humanos.

Por tal razón, la empresa debe asegurarse que los operadores y mecánicos de equipos pesados sean conscientes y estén adecuadamente entrenados para trabajar de manera segura. Todos los operadores de equipos, tanto de contratistas como de la empresa, independientemente de su experiencia y nivel de habilidad, recibirán obligatoriamente el curso de inducción general y algunos cursos específicos sobre el manejo de equipos y la respuesta ante emergencias. Dentro de esta capacitación se incluirá la temática medio ambiental. Esta inducción será recibida antes de que el operador inicie sus labores con la empresa.

Como se indicó arriba, durante la fase constructiva se utilizarán importantes cantidades de combustibles y cantidades menores de otros productos derivados del petróleo. En la actualidad se está iniciando la excavación de los túneles de exploración. Para esta labor se requiere de maquinaria pesada la cual está siendo abastecida de combustible mediante dos tanques temporales de almacenamiento. Estos tanques tienen una capacidad para almacenar 5,000 /galones de combustible cada uno y cuentan con una contención secundaria con capacidad para 5,500/galones. Aun así, la cantidad de combustible normalmente almacenada en el campo no supera los 10,000/galones.

Como se mencionó, estos tanques son temporales ya que se construirá una estación de combustible permanente que abastecerá las operaciones de la mina durante la producción. La descripción de esta estación está siendo incorporada al EIA de la operación minera. Los procedimientos de almacenamiento y manipulación de estos productos se detallan en el Plan de Manejo de Materiales Peligrosos. Este plan también describe en detalle los requisitos legales para el almacenamiento de materiales, en particular de los combustibles y explosivos. Igualmente, el Plan de Manejo de Materiales Peligrosos identifica los residuos que se generarán durante la construcción, sus características y su destino adecuado.

14.7.5 Seguros

Todo el personal que labore directa o indirectamente en el Proyecto (empleados nacionales y extranjeros, contratistas, empleados de contratistas y consultores) deberá estar debidamente asegurado conforme a las regulaciones del trabajo guatemaltecas. Las coberturas deberán incluir riesgos del trabajo (accidentes), enfermedad, maternidad, invalidez y muerte. Todos los vehículos y equipos móviles empleados durante la construcción y la operación deberán de estar asegurados contra accidentes, desastres naturales, vandalismo y robo.

14.7.6 Organización y Responsabilidades

Como se mencionó anteriormente, el objetivo de este Plan de Manejo de Contingencias es presentar un curso de acción organizado, planificado y coordinado, que permitirá disminuir al mínimo los riesgos para la salud humana, el medio ambiente y los riesgos operacionales en el caso de una emergencia en el Proyecto Escobal. Para lograr este objetivo, cada empleado y contratista deben tener conocimiento de este plan y haber entendido bien su accionar en el caso de una emergencia.

El primer paso en el desarrollo de un curso de acción organizado ante una emergencia, es establecer una cadena de mando de contingencia, la cual deberá estar clara para todos los empleados y contratistas. En este informe se presenta una primera propuesta para un organigrama de emergencia. Esta propuesta deberá ser modificada por el equipo gerencial de la empresa tomando en cuenta tanto la capacitación formal para responder ante emergencias, como la responsabilidad y la personalidad de cada persona involucrada, su liderazgo natural y su capacidad para trabajar bajo presión.

El gerente general designará un Coordinador de Respuesta a Emergencias, quien será responsable de supervisar y coordinar todas las respuestas de emergencia. El Coordinador de Respuesta a Emergencias también se encargará de la actualización del Plan de Contingencias, la revisión de los procedimientos de emergencia y la capacitación de los empleados.

El Coordinador de Respuesta a Emergencias seleccionará un Primer Sub-Coordinador y un Segundo Sub-Coordinador de entre los trabajadores. Si se diera una emergencia en el momento en que el Coordinador de Respuesta a Emergencias se encuentre ausente del área del proyecto, el Primer Sub-Coordinador se encargará de las

acciones de respuesta, hasta que el Coordinador llegue y asuma el control. Si la persona encargada como Coordinador y Primer Sub-Coordinador no estuviesen presentes, el Segundo Sub-Coordinador se encargará. Estas tres personas deberán rotar sus turnos de trabajo a fin de cubrir todas las actividades del Proyecto.

Todo el personal del proyecto recibirá entrenamiento básico en primeros auxilios durante su inducción al Proyecto y en las charlas de seguridad ocupacional. El Coordinador de Respuesta a Emergencias solicitará voluntarios para ser capacitados con mayor profundidad en primeros auxilios o en respuesta ante emergencias. Este personal, que conformará la brigada de primeros auxilios, tendrá acceso a los equipos de primeros auxilios y será entrenado para evaluar situaciones de emergencia que involucran lesiones personales y comprenderán a cabalidad los procedimientos para solicitar ayuda. Todo personal voluntario de primeros auxilios debe estar debidamente identificado con un brazalete de la Cruz Roja.

De igual forma, el Coordinador de Respuesta de Emergencias, con colaboración del Gerente de Salud y Seguridad Ocupacional, conformarán una brigada de voluntarios para la atención de incendios. Esta brigada, denominada Brigada de Control de Incendios, recibirá capacitación específica en el control de incendios en instalaciones y forestales.

La difusión de la información contenida en este plan es la responsabilidad del Gerente General. El Gerente General, junto con el Coordinador de Respuesta a Emergencias, el Gerente de Salud y Seguridad y el Gerente de Medio Ambiente, debe definir una estrategia de comunicación para educar a todos los trabajadores, contratistas y miembros seleccionados de la comunidad sobre este plan. La estrategia de comunicación debe incluir el seguimiento de actividades que incluyen prácticas de primeros auxilios ocasionales y simulacros de emergencia.

El éxito de este Plan de Contingencias se basa en la educación y la participación activa de todos los empleados, contratistas y consultores. Es responsabilidad de todos los empleados y contratistas a tomar en serio las actividades de capacitación, comprender a fondo las secciones de este Plan relacionadas con su trabajo y su posición en la organización de este Plan. El Coordinador de Respuesta de Emergencia será el responsable de proporcionar incentivos para que los empleados y contratistas tomen muy en serio las capacitaciones y para que cumplan con lo requerido en este Plan.

PNUMA (2001) recomienda que en lo referente a la preparación ante emergencias, las compañías mineras tengan contacto permanente con entidades gubernamentales, locales y nacionales así como con las agencias de protección del medio ambiente, los departamentos de minas y otros organismos que formen parte del proceso de respuesta ante emergencias. Por esta razón, se recomienda que este Plan de Contingencia sea presentado a conocimiento de varios organismos de emergencia nacionales y locales, incluyendo el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), El Departamento de Minas del Ministerio de Energía y Minas (MEM), Bomberos de Guatemala, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), la estación de policía local, la Municipalidad de San Rafael Las Flores, entre otros. Todas estas instituciones deben estar debidamente informadas ante posibles situaciones de emergencia en el sitio y los planes de emergencia y las capacidades del personal.

14.7.7 Comunicación y Coordinación

Si ocurriera una emergencia que implique riesgo inminente para la vida humana, los bienes o el medio ambiente, el Coordinador de Respuesta a Emergencias (o uno de los dos Sub-coordinadores) y el Gerente General deben ser notificados inmediatamente. El Coordinador de Respuesta a Emergencias (o sub-coordinadores) coordinará y supervisará las acciones de respuesta ante la emergencia.

Dependiendo de la naturaleza, extensión y localización del accidente o incidente, algunas de las instituciones mencionadas en la sección 14.7.8 deberán ser notificadas. Se preparará e incorporará a este Plan una lista con los nombres de contacto, números de teléfono y los requisitos de información de esas instituciones. El Coordinador de Respuesta a Emergencias será responsable de notificar e informar a las instituciones involucradas, durante la emergencia.

Después de la emergencia, cuando las actividades hayan vuelto a la normalidad, el Coordinador de Respuesta a Emergencias preparará un informe detallado de la situación de emergencia y solicitará a través del Gerente General, se tomen acciones correctivas para evitar futuras situaciones de emergencia de la misma naturaleza. Todos los incidentes y lecciones aprendidas durante el manejo de la emergencia serán incorporados a las sesiones de capacitación.

14.8 Equipos y Recursos para la Respuesta a Emergencia

Ante una emergencia, será necesario contar con equipos y recursos básicos para su adecuada atención. La lista de equipos aquí mostrada no es exhaustiva sino el mínimo requerido para la respuesta a emergencias.

14.8.1 Equipos de Comunicación

La capacidad de comunicación durante una situación de emergencia es esencial. Por tal razón, cada miembro de las brigadas de primeros auxilios y de control de incendios deberá contar con un radio de comunicación. Igualmente, la empresa debe asegurar que la cobertura de radial debe ser suficiente para proporcionar comunicación clara, tanto en el sitio del proyecto como en sus alrededores.

El Coordinador de Respuesta a Emergencias y Sub-coordinadores deberán contar con teléfonos celulares y ser conscientes de los mejores lugares para obtener buena señal dentro del perímetro del proyecto. En la oficina principal del Proyecto habrá una estación central de radio y un teléfono de línea fija.

Cada miembro de la brigada de primeros auxilios, de control de incendios y el equipo de respuesta ante emergencias llevará consigo una pequeña tarjeta plastificada con los números telefónicos de emergencia. Se distribuirá una lista de contactos de emergencia en los diferentes departamentos de la empresa, misma que será colocada junto al teléfono en la oficina principal.

14.8.2 Equipo para la Contención de Derrames de Sustancias Peligrosas

Tal y como se indicó en el Plan de Manejo de Materiales Peligrosos, todos los tanques y sitios para almacenamiento de combustibles y otros líquidos derivados de petróleo, sin importar su tamaño, contarán con una contención con capacidad para de un 110% del volumen del mayor tanque de almacenamiento.

Adicionalmente, en cada sitio donde se almacenen químicos o hidrocarburos se deberá contar con materiales y equipos para contener y limpiar de manera oportuna cualquier

derrame. La lista de equipos para limpieza de derrames incluye como mínimo lo siguiente:

- Guantes descartables;
- Delantal de PVC;
- Mascarilla antigases;
- Escobas y palas para recoger desechos sólidos;
- Toallas absorbentes de hidrocarburos;
- Absorbentes tipo “salchicha”;
- Detergentes;
- Palas y palines;
- Embudos; y
- Recipientes vacíos (barriles plásticos, bidones, baldes, etc.)

En el caso de algunos derrames mayores, podría ser necesario contar con el apoyo inmediato de maquinaria pesada para lograr una contención efectiva. En ese caso, se podría requerir de excavadoras tipo back-hoe o hasta un tractor de pala fija, tipo bulldozer.

El Gerente de Medio Ambiente será la persona responsable de asegurar que todos los equipos para respuesta ante derrames estén disponibles en el sitio del Proyecto, en cantidades razonables.

14.8.3 Equipo de Primeros Auxilios

El doctor, responsable de la clínica médica, elaborará una lista de equipos de primeros auxilios los cuales serán adquiridos al inicio de la construcción. Este equipo se mantendrá en buen estado, será inspeccionado regularmente y estará al alcance del personal de primeros auxilios. Se tendrá en el lugar equipo y materiales de primeros auxilios para el tratamiento de intoxicaciones con productos químicos, en particular, con cianuro de sodio.

14.8.4 Equipos para la Extinción de Incendios

El Gerente de Salud y Seguridad Ocupacional determinará la cantidad, tipo y ubicación para extintores. Esta persona será responsable de la formación y el entrenamiento de una brigada para el combate de incendios.

Durante la construcción y mientras no se cuente con un sistema de hidrantes, se mantendrá en el sitio un tanque móvil, con agua y un sistema de bombas que permita utilizarlo para apagar incendios.

Durante la operación, el sitio contará con un sistema de hidrantes estratégicamente ubicados en todo el sitio de operaciones, lo que permitirá una pronta respuesta ante cualquier incendio. El Gerente de Salud y Seguridad Ocupacional vigilará para que este sistema se mantenga operativo.

El Gerente de Medio Ambiente en conjunto con el regente forestal, prepararán una lista de equipos necesarios para combatir incendios forestales.

141.8.5 Ambulancia

La clínica médica contará con una ambulancia equipada para dar soporte vital en caso de una emergencia médica o un accidente. La ambulancia estará disponible desde el inicio de la construcción y durante las operaciones de minado.

14.8.6 Designación de un Sitio para Aterrizaje de Helicópteros

Minera San Rafael S. A., considerará la construcción de un helipuerto o en su defecto acondicionará y designará un sitio para el aterrizaje de helicópteros dentro de su propiedad. Este podría ser un campo de fútbol o cualquier otro sitio que tenga las condiciones de seguridad para el aterrizaje y despegue de helicópteros en caso de emergencias.

El helipuerto será un aliado importante en caso de accidentes graves, para el transporte de personas heridas o enfermas hacia hospitales en la Ciudad de Guatemala. También podría ser importante para la evacuación de personal ante alguna situación de emergencia, tales como protestas violentas. Este sitio sería de gran importancia en la atención de emergencias policiales.

14.9 Posibles Escenarios de Emergencia y Respuesta

Se define como emergencia una situación peligrosa, que cause riesgo inminente a la salud humana, las instalaciones o al medio ambiente, que ocurre de manera súbita y que requiere de una acción de respuesta inmediata. Existen cinco pasos básicos que se deben seguir en la atención de una emergencia, los cuales permiten disminuir los riesgos de pérdidas humanas, impactos sobre el medio ambiente, sobre la operación y para la prevención de pérdidas adicionales. Estos pasos son los siguientes:

- ✓ Evaluación del daño;
- ✓ Estabilización de la situación;
- ✓ Operaciones de salvamento o rescate;
- ✓ Restauración de las condiciones y procedimientos de limpieza y
- ✓ Regreso a la operación normal.

Los siguientes escenarios representan las situaciones de emergencia más comunes que podrían ocurrir en una operación minera en construcción o en operación. Todos los procedimientos de emergencia aquí descritos siguen los cinco pasos básicos descritos anteriormente.

14.9.1 Derrames de Hidrocarburos y Sustancias Químicas

Durante el transporte, manipulación y almacenamiento de combustibles, lubricantes y otras sustancias químicas, podrían ocurrir accidentes que ocasionen derrames de contaminantes. Estos derrames también podrían ocurrir por la avería de equipos pesados, por accidentes (tales como vuelcos, choques o incendios) o por mantenimiento en condiciones inadecuadas.

El Plan de Manejo de Materiales Peligrosos menciona las medidas preventivas para evitar derrames de combustible o de productos químicos. Este Plan de Contingencias contempla que durante la fase de construcción de la planta de proceso, el único material líquido que se usará en grandes cantidades serán los combustibles y otros derivados de petróleo tales como aceites lubricantes, aceites hidráulicos, etc. Durante la operación se incorporarán otros productos químicos peligrosos como los reactivos de flotación. Algunos de estos reactivos son líquidos y otros son sólidos, por lo que la respuesta ante derrames requiere de manejos diferentes.

En la actualidad, el combustible se almacena en dos tanques temporales con capacidades de 2000 litros cada uno. Ambos tanques cuentan con contenciones secundarias compuestas por bandejas metálicas con una capacidad de 2500 litros. Estos tanques operarán hasta tanto no esté construida la estación de combustible. La nueva estación contará con todos los requisitos para la protección del medio ambiente indicados en la legislación guatemalteca.

Otras medidas de prevención son:

- Todos los equipos móviles que operen dentro del área del proyecto serán inspeccionados periódicamente para detectar fugas. Si se detecta una fuga, los equipos serán enviados a mantenimiento de manera inmediata.
- Todos los equipos pesados contarán con bandejas para la contención temporal de fugas. Estas serán utilizadas en caso de un desperfecto mecánico que ocasione la paralización del equipo y la fuga de líquidos contaminantes.
- Los encargados del mantenimiento de equipos, ya sea de contratistas o de San Rafael, contarán con equipos para contención y limpieza de derrames.
- Los contratistas de maquinaria pesada estarán conscientes y anuentes a evitar y en su defecto a limpiar cualquier derrame de sustancias contaminantes que provenga de sus equipos.

En caso de un derrame de combustible o de productos químicos, se adoptarán las siguientes medidas:

- Todo derrame debe ser limpiado de inmediato, siguiendo las técnicas aquí descritas.
- Determinar la cantidad de material derramado y evaluar su impacto sobre el suelo, las aguas superficiales y la posible infiltración hacia el subsuelo. Evaluar el impacto sobre la vegetación y otros recursos naturales.
- Si la cantidad del material derramado supera los 5 litros, se debe contactar al Gerente de Medio Ambiente.
- Definir un curso de acción para controlar la extensión del derrame. Los derrames mayores podrían requerir el uso de equipos pesados para su

contención, ya sea construyendo bermas o desviando el agua de escorrentía lejos del sitio del derrame.

- Si el derrame es tan grande que rebasa el sistema de contención secundaria, se deberá construir bermas de contención o diques temporales.
- Remueva cuanto sea posible del producto derramado, utilizando técnicas secas.
- Si es posible y prudente, lavar el resto del producto utilizando técnicas húmedas.
- Excavar y disponer de los suelos contaminados siguiendo las instrucciones del personal del departamento ambiental.
- Llenar el Formulario “Informe de Derrames” proporcionado por el Departamento Ambiental y enviarlo a ese departamento.

14.9.2 Respuesta en Caso de Derrames de Combustibles o Químicos

En las siguientes secciones se describe con mayor detalle las técnicas recomendadas para la limpieza de derrames de combustibles o de productos químicos.

14.9.2.1 Limpieza en Seco

Para la limpieza en seco de los derrames, se requiere el uso de material absorbente especial, el cual debe estar disponible todo el tiempo y en cantidad suficiente para limpiar cualquier derrame. El procedimiento también requiere de la eliminación y el tratamiento en un lugar seguro de los suelos contaminados.

Como primer paso se coloca el absorbente sobre el derrame, procurando absorber la mayor cantidad posible. Una vez absorbido el producto que no haya penetrado en el suelo, se remueve el suelo que haya resultado contaminado hasta la profundidad requerida.

Tanto los suelos contaminados removidos y materiales absorbentes que se colocarán en recipientes o barriles plásticos que se llevarán a un sitio aprobado especificado por el Gerente de Medio Ambiente. Si se cuenta con un sitio para tratamiento de suelos contaminados, estos serán llevados allí para su tratamiento.

Se utilizarán aquellos agentes de limpieza y absorción recomendados por el Gerente de Medio Ambiente o el Coordinador de Respuesta a Emergencias.

14.9.2.2 Limpieza en Húmedo

Si el derrame no es limpiado totalmente con los métodos en seco, se procederá a la limpieza en húmedo. Esta técnica requiere del uso de agua u otros productos de limpieza, así como de bombas y otras formas de remoción de líquidos.

El primer paso es la preparación del sitio que será lavado con agua. Este debe contar con algún tipo de canal recolector que permita la recuperación del agua contaminada. De seguido se procederá a lavar el sitio y a recolectar el agua contaminada en barriles o en tanques para su posterior tratamiento o descontaminación.

14.9.2.3 Limpieza de Derrames de Cianuros (Sólidos o Líquidos)

El cianuro se transporta y almacena en estado sólido y no es sino dentro de la planta de proceso que el mismo se disuelve en agua y se prepara la solución requerida para el proceso. Aun así, durante el transporte y su manipulación podrían ocurrir regueros en seco o derrames, tanto en áreas confinadas como no confinadas.

Si ocurriera un reguero de cianuro seco, este deberá recogerse de inmediato utilizando escobas y palas en seco. La persona que realice este trabajo deberá contar con los equipos de protección personal adecuados. El material se colocará en un contenedor rotulado que será llevado al sitio de almacenamiento. Luego de recoger la mayor cantidad posible de cianuro sólido, el sitio del derrame será descontaminado con una solución de hipoclorito de sodio. Ventilar el sitio.

NUNCA DERRAMAR AGUA O SUSTANCIAS ÁCIDAS EN EL SITIO DEL DERRAME YA QUE PODRÍAN GENERARSE GASES MORTALES O SE PODRÍA EXTENDER MÁS EL DERRAME.

Si estuviese lloviendo al momento del derrame, se tapaná el sitio con un plástico lo más pronto posible a fin de minimizar la dilución y la escorrentía de solución de cianuro y se construirá una contención secundaria para minimizar la extensión del derrame. Recoger el reguero lo antes posible.

Si ocurriese un derrame de solución de cianuro en un sitio confinado, la solución será tratada con hipoclorito de sodio hasta neutralizarla. Luego será recogida y bombeada al proceso.

Si la solución de cianuro se derrama en un sitio sin contención, se debe proceder a construir una contención de inmediato, para evitar que la solución llegue a las aguas naturales. Una vez contenido, se tratará con hipoclorito de sodio.

Si el derrame alcanzara algún cuerpo de agua, es muy poco lo que se puede hacer ya que los agentes oxidantes podrían aumentar el problema de contaminación. En este caso, hay que detener la fuente del derrame y diluir con agua fresca el área contaminada.

14.9.2.4 Derrames Durante el Transporte de Combustible

Minera San Rafael, S. A., y sus contratistas solicitarán referencias de CONRED y estudiarán el historial de seguridad de varias empresas de transporte de combustible antes de contratar a uno. La empresa de transporte de combustible será la responsable de la seguridad del transporte de combustibles hacia el sitio del Proyecto. La empresa utilizada debe demostrar que tiene un seguro que cubra los daños a la propiedad privada en caso de un derrame.

Si ocurriese un derrame que represente un riesgo para la salud y la seguridad pública, en sitios aguas debajo del Proyecto, Minera San Rafael, S. A., en coordinación con las agencias locales, notificará a todos los afectados potenciales.

14.9.2.5 Mediciones Ambientales

Si ocurriera un derrame de combustible o productos químicos, con impacto verificable sobre cuerpos de agua, se deberá implementar un plan de seguimiento o monitoreo. El Gerente Ambiental diseñará un plan de monitoreo que incluya toma de muestras aguas arriba y aguas abajo del sitio del derrame y establecerá la frecuencia de las mediciones ambientales. El monitoreo se mantendrá hasta que se corrobore que no haya presencia de contaminantes ambientales provenientes del derrame.

Derrame sobre terreno seco: Si la liberación se produjo en un terreno seco, se tomarán muestras de suelo durante y después del accidente. El análisis incluirá el pH y

la sustancia liberada. Adicionalmente, se tomará una muestra de al menos 10 kg, que será almacenada como testigo y analizada en caso de que los entes supervisores estatales así lo requieran.

Derrame en cursos de agua, manantiales, pozos o durante precipitaciones: Se tomarán muestras de agua, tanto arriba y abajo del punto de derrame y se realizarán análisis de pH, de los contaminantes liberados, los indicadores químicos de la sustancia de liberación y los parámetros relacionados. El seguimiento continuará hasta alcanzar las condiciones normales.

14.10 Desastres Naturales

Para el diseño del Proyecto Escobal se condujo una serie de estudios sobre amenazas naturales en la zona. El EIA contiene una sección específica sobre amenazas naturales incluyendo, sismicidad, actividad volcánica, movimientos en masa, erosión, inundaciones entre otros.

En resumen, este estudio indica que el Proyecto Escobal estará expuesto a eventos sísmicos de magnitud variable, originados por fallas regionales (Sistema Motagua-Polochic) y a fallamiento local, principalmente asociado a la cadena volcánica. Se considera que la zona del Proyecto es estable desde el punto de vista de amenaza volcánica y que no hay riesgo a corto plazo, ya que no ha habido actividad cercana documentada en los últimos 500 años. Igualmente se considera que el área es susceptible a movimientos en masa de pequeñas dimensiones relacionados con eventos de precipitación pluvial y a cortes de caminos. Debido a que el área del Proyecto se encuentra en un sector de laderas y colinas, de pendientes suaves a medias, se considera sin riesgo de inundación. Con base en esta información este Plan de Contingencias analiza las posibles emergencias que pudieran resultar de los siguientes eventos:

- Deslizamientos de tierra o avalanchas de lodo menores resultantes de la precipitación excesiva y/o la actividad sísmica.
- Los terremotos que podrían causar graves daños o la destrucción de uno o más componentes del proyecto.
- Falla de taludes que pueda originar riesgos de seguridad ocupacional.

Otras emergencias relacionadas con la naturaleza son los accidentes con fauna silvestre, siendo los más típicos, los accidentes ofídicos o con serpientes y las picaduras de insectos. Debido a la altitud del sitio (sobre 1300 msnm), los accidentes con serpientes se consideran muy poco probables. Sin embargo, se incluye una sección para atención de emergencias debido a ataques de abejas africanizadas.

14.10.1 Movimientos en Masa

La precipitación excesiva y/o la actividad sísmica pueden desencadenar deslizamientos o avalanchas de lodo. El área es susceptible a deslizamientos de tierra localizados, sobre todo en cortes de camino y en los sectores de mayor pendiente del terreno, en épocas de alta pluviosidad. Se documentaron algunos eventos menores de este tipo durante la tormenta Agatha ocurrida en mayo del 2010. En el área del proyecto no hay quebradas que puedan originar inundaciones o cabezas de agua asociadas represamientos por derrumbes.

El único poblado del municipio de San Rafael Las Flores con peligro de deslaves en invierno, es la aldea Las Nueces, ubicada al norte del área del proyecto. Minera San Rafael debe estar preparada para ayudar a las autoridades locales en caso de un derrumbe o un deslizamiento de tierra en esta u otras comunidades vecinas, a través del uso de su fuerza de trabajo (voluntarios), equipo pesado u otros recursos económicos.

14.10.2 Terremotos

Guatemala es un país sísmicamente activo, donde los terremotos de diverso origen y magnitud son frecuentes. Es casi seguro que, a lo largo de la vida del Proyecto Escobal, ocurrirán varios sismos. Debido a este hecho, el personal de la empresa deberá estar preparado para afrontar de la mejor manera un evento de esta naturaleza. Sino también para responder rápidamente a los daños del terremoto relacionados en San Rafael Las Flores y sus alrededores.

La preparación para la reducción daños durante un terremoto son los siguientes:

- Definición de áreas más vulnerables y de las zonas más seguras dentro del proyecto.

- Definición de las vías de evacuación de los edificios y de las áreas más vulnerables hacia las zonas seguras (lejos de las ventanas, muebles pesados, los objetos que puedan caer, etc.)
- Entrenamiento y simulaciones de terremotos.
- Almacenamiento de los suministros de emergencia en caso de terremoto (agua embotellada, filtros de agua y sistemas de depuración, cloro, productos enlatados, linternas, radio portátil, tiendas de campaña grandes, radios de comunicación, equipos de primeros auxilios, etc.)
- Ubicar los parqueos para ambulancias, camiones y equipo pesado fuera de las zonas vulnerables y lejos de árboles, postes eléctricos, pendientes pronunciadas, etc.

Si se produce un terremoto ya sea durante la construcción o durante la operación se podrían originar daños a las personas y a la propiedad. Por lo tanto, se recomienda tomar las siguientes acciones:

Durante el evento:

- Se recomienda a las personas que se encuentren al interior de edificios, mantener la calma y evitar las aglomeraciones en puertas y escaleras. Las personas deberán mantenerse alejadas de las ventanas y de objetos inestables. Si es posible, colocarse debajo de una mesa grande o de un escritorio fuerte.
- Las personas al aire libre, deben tratar de encontrar un lugar despejado, lejos de edificios, líneas eléctricas y árboles, hasta que termine el sismo.
- Si se encuentra conduciendo, detenga el vehículo en un lugar seguro. Mantenga el cinturón de seguridad.

Inmediatamente después del evento:

- El Coordinador de Respuesta a Emergencia o sus asistentes realizará una evaluación de los daños y definirá las áreas inestables o de riesgo en el caso de una réplica.
- Cabe esperar réplicas fuertes que pueden causar daños adicionales.
- La brigada de primeros auxilios y los voluntarios deben reunirse en el lugar previamente definido. Si alguien de la brigada de primeros auxilios está lesionado, se atenderá de inmediato.

- Los coordinadores de emergencia levantarán un listado del personal presente y tratará de definir si hay compañeros de trabajo atrapados en algún sitio y organizará los esfuerzos de rescate.
- La brigada de primeros auxilios atenderá a los heridos. Estos serán valorados, inmovilizados y trasladados a una zona segura donde se administrarán los primeros auxilios correspondientes.
- La brigada anti incendios apagará los incendios que estén dentro de su capacidad. En caso de incendios mayores fuera de su control, avisará a los bomberos más cercanos.
- Una vez controlada la emergencia en el sitio del Proyecto, se colaborará para trasladar a los trabajadores hacia sus casas.
- Se solicitará voluntarios para formar una brigada que colaborará con la atención de la emergencia a nivel comunal.
- El coordinador de emergencias se comunicará con las autoridades locales para obtener un panorama más amplio de la situación de emergencia en las áreas circundantes.
- La brigada de voluntarios, a través del coordinador de emergencias, se podrá a disposición de las autoridades locales para responder a la emergencia en la comunidad local. Se hará un inventario de los recursos disponibles en términos de personal y equipos.
- Restauración y procedimientos de limpieza. Esto puede llevar tiempo ya que se requiere inspeccionar los daños estructurales, la estabilidad de los taludes y depósitos de materiales, el estado del suministro eléctrico, la telefonía, etc. Todas las instalaciones deben ser inspeccionadas por expertos antes de reanudar las operaciones.
- Reanudación de las operaciones.

14.10.3 Derrumbe de Taludes

Tanto durante la construcción y como durante la fase de operación, se realizarán excavaciones y movimientos de tierra y otros materiales. El derrumbe de un talud o de una trinchera puede ocasionar la pérdida de vidas humanas, la destrucción de equipos e impactar el medio ambiente. Esto es particularmente cierto en el caso el derrumbe de las zanjas o trincheras, evento que frecuentemente ocasiona lesiones o la muerte de trabajadores.

Las operaciones de rescate en el caso del derrumbe de una trinchera son muy complicadas, extremadamente peligrosas, requieren de trabajo manual y con frecuencia todo esfuerzo resulta inútil. Se debe tomar en cuenta que el suelo húmedo es muy pesado, inestable e impredecible.

Al momento del colapso de una zanja, no hay tiempo para reaccionar. Es prácticamente imposible escapar desde el interior de una zanja profunda y estrecha, al momento del derrumbe. Las lesiones o la muerte ocurren rápidamente por aplastamiento o por asfixia. Para lograr un rescate efectivo se debe actuar con suma rapidez ya que a los 5 ó 10 minutos, un trabajador sepultado difícilmente sobrevivirá sin daños cerebrales permanentes por la anoxia.

Los derrumbes ocurren con mayor frecuencia en las siguientes condiciones:

- Zanjas excavadas en el suelo inestable o en el suelo que ha sido excavado anteriormente.
- Zanjas que se construyen cerca de fuentes de vibración o del tráfico de vehículos pesados.
- Se coloca demasiado peso a los lados de la trinchera, como el material excavado.
- Hay acumulaciones de agua en la trinchera
- Después de lluvias fuertes o continuas.

Para evitar estos accidentes es esencial que todos los taludes de cortes y zanjas sean construidos conforme a los diseños de ingeniería, los cuales están basados en estudios geotécnicos. Es responsabilidad del ingeniero del proyecto, verificar e inspeccionar todas las excavaciones y cortes para verificar el cumplimiento con el diseño e identificar signos de inestabilidad. Si aparecen signos de inestabilidad, el ingeniero a cargo lo notificará al constructor para que se le adopten las medidas correctivas de inmediato. El Contratista de Movimiento de Tierras es el responsable de eliminar todo el material suelto de los taludes de excavación y para mantener estos en un estado seguro y estable en todo momento. Todo nuevo talud, sea temporal o permanente será inspeccionado con regularidad en busca de grietas de tensión en la parte superior así como de otros indicios de deformación. Se prestará especial atención a estos sitios después de las lluvias.

Todo personal que trabaje en zanjas debe usar equipo de seguridad apropiado incluyendo botas con puntera de acero, casco, gafas de protección, etc.

En el caso de una emergencia, si un trabajador queda atrapado dentro de una zanja se aplicarán las siguientes consideraciones:

- Ningún miembro del personal ingresará a la zanja donde haya un trabajador atrapado hasta que no se haya asegurado el sitio.
- Se alertará a los Bomberos y al Coordinador de Emergencias de inmediato. Ellos se harán cargo de coordinar el rescate. Si se sospecha de una fatalidad, llamar a los agentes de investigación judicial.
- El Coordinador de Respuesta a Emergencias determinará exactamente lo ocurrido y evaluará los peligros que enfrentará el equipo de rescate.
- Determinar cuántas víctimas han sido afectadas por el accidente.
- Asegurar la zona de rescate y no permitir el ingreso de curiosos.
- Detener cualquier equipo pesado que esté operando cerca de la zanja.
- Si es necesario, desaguar la zanja.
- Eliminar materiales peligrosos de los lados de la zanja.
- Apuntalar la zanja de manera segura.
- Definir una zona segura en la sección de la zanja que no esté afectada por el colapso.
- El personal capacitado procederá al rescate de la víctima.
- Desde la zona segura, se procede a ir extrayendo el material derrumbado, de manera que la zona segura se vaya ampliando hacia la zona colapsada.
- Continuar la extracción de material derrumbado hasta descubrir la víctima y liberarla por debajo del diafragma.
- Evaluar la condición de la víctima. Si presenta signos vitales, proporcionar ventilación.
- Terminar de descubrir la víctima y retirarla de la trinchera. Tomar en cuenta que pueden haber lesiones de cuello y columna. Proceder con primeros auxilios.
- Si la víctima ha fallecido, no retirar el cuerpo del lugar del accidente hasta que los oficiales de investigación judicial lo autoricen.
- Preparar un informe detallado del accidente.

14.10.4 Accidente Ofídico

Los trabajadores de campo, en particular los que laborarán en labores de limpieza y de recuperación ambiental, estarán expuestos a accidentes con serpientes. Aun cuando el

área de trabajo se encuentra sobre los 1300 msnm y fuera del hábitat de algunas de las serpientes más peligrosas, como la barba amarilla (*Bothrops asper*) o la cascabel, se ha reportado la presencia de la serpiente coral (Genero *micrurus*). Debido al pequeño tamaño de su mandíbula, este tipo de serpiente ocasiona pocos accidentes, sin embargo estos podrían darse en áreas pequeñas del cuerpo como dedos o espacio entre los dedos si estas son manipuladas por el personal de campo.

Se debe seguir una serie de recomendaciones para evitar accidentes con serpientes. Las principales son:

- Llevar calzado y ropa adecuada. Usar calzado de cuero o de hule, preferiblemente alto, pantalones largos, de tela resistente. Si se ingresa a una zona donde podría haber serpientes, introducir el borde de la pernera del pantalón dentro de la bota. En caso de recoger objetos como ramas, troncos u hojas, usar guantes gruesos para impedir mordidas en los dedos.
- Revisar la zona de paso antes de caminar por ella. En lugares de vegetación alta, utilizar un bastón o una caña para tantear la zona por donde se va a caminar.
- Ser prudente con rocas, troncos caídos o matorrales. No meter la mano limpia en pequeñas cuevas o debajo de troncos podridos, o al trepar por taludes.
- No manipular serpientes, si no se tiene el equipo y la experiencia para hacerlo.
- Reaccionar adecuadamente ante el encuentro con una serpiente, manteniéndose sereno y evitando movimientos bruscos.
- Disponer de antídoto específico al alcance de la mano. Se recomienda mantener suero antiofídico anti-coralino y anti-víboras. Este deberá ser suministrado por un médico, probablemente en un hospital, pero es recomendable mantener una dosis completa en caso de accidente.

En caso de un accidente ofídico, se deben seguir los siguientes procedimientos:

- Asegurar que la persona afectada no sea mordida nuevamente. Llevar a la persona a un lugar seguro.
- Inmovilizar a la persona afectada. Evite que la persona mordida se agite o se mueva, para minimizar el flujo sanguíneo.
- Trate de mantener la zona afectada por debajo del nivel del corazón.
- Evite cualquier objeto que pueda apretar o constreñir la zona afectada.
- En caso de shock, acostar al herido.

- Buscar ayuda médica
- Tratar de identificar la serpiente.
- No usar suero si la ayuda médica está a menos de dos horas de viaje, ya que el suero inyectado de forma intramuscular tarda alrededor de dos horas en hacer efecto con el riesgo de causar shock anafiláctico. En el hospital, el suero lo colocan intravenoso por lo que su efecto mucho más rápido y con precauciones para evitar el shock.
- No aplicar torniquete ni realizar cortes o succión en la mordedura. No aplicar compresas ni dar de beber alcohol al mordido.

14.10.5 Ataque de Abejas Africanizadas

Las abejas africanizadas representan una amenaza para los operadores de equipos pesados y el personal de campo. Estos insectos tienden a ser muy sensibles al ruido y las vibraciones y podrían alterarse por el paso de vehículos pesados.

Las abejas africanizadas son más agresivas que las abejas regular y tienden a proteger un área mayor alrededor de su colmena. Estas abejas se alteran y responden con mayor rapidez y en grandes cantidades, pudiendo perseguir a sus víctimas por más de 400 metros.

Las abejas africanizadas puede anidar en cualquier lugar, incluidos los vehículos abandonados, contenedores vacíos, cercas, llantas viejas, árboles, cielos falsos, estructuras, naves industriales, etc.

Existen algunas precauciones y acciones que se deben tomar para evitar los ataques de abejas que podrían afectar a los trabajadores de la empresa. Estas son:

- Permanecer alerta a las abejas mientras se trabajaba al aire libre.
- Previo a ingresar con vehículos pesados en un área nueva, tratar de identificar la presencia de enjambres o nidos de abejas.
- Si se identifica la presencia de un enjambre o de una colmena, mantenerse alejado hasta tanto esta no haya sido neutralizada por personal experto.
- En caso de ataque, huir en línea recta, cubriéndose la cara y los ojos con una chaqueta o esconderse en un coche o una casa cercana.

- Llame a los bomberos o a una compañía de control de plagas para que ellos neutralicen los nidos o enjambres. Para su neutralización se requieren de vestimenta y equipos especiales.

En el caso de un ataque, las víctimas deben ser atendidas por personal de primeros auxilios de la siguiente manera:

- Llevar a la víctima a un lugar seguro tan pronto como sea posible.
- Retirar los aguijones rápidamente, raspando con una uña o tarjeta de crédito. No se debe tomar el aguijón con los dedos pues esta acción inyecta más veneno a la víctima.
- Lavar el área afectada con agua y jabón. Aplique una compresa de hielo para aliviar el dolor.
- La víctima deberá ser valorada por el médico de la empresa. Si la respiración es difícil, si las picaduras son múltiples o si la víctima es alérgica a las picaduras de abejas, acuda de inmediato al médico de la empresa o al servicio de emergencias más cercano.
- Se mantendrá dentro de los equipos de primeros auxilios antihistamínicos inyectables para el caso de reacciones alérgicas. Estos deberán ser suministrados por el médico o por un paramédico

14.11 Incendios/Explosiones

El Proyecto Escobal contará con un sistema de hidrantes que tendrán un tanque de abastecimiento de agua exclusivo para este sistema. Aunado a esto, Minera San Rafael tendrá su propia brigada contra incendios, formada por trabajadores que se ofrezcan a participar en este grupo de manera voluntaria. Este equipo será entrenado en el uso de los extintores de fuego y los hidrantes en la extinción de incendios.

Por otra parte, la estación de bomberos más cercana a Escobal se encuentra en Mataquescuintla, y en el caso de un incendio tardarían unos 10 minutos en acudir a atender una emergencia. Minera San Rafael estudiará la posibilidad de apoyar a la comunidad de San Rafael para establecer una estación de bomberos.

En el caso de un incendio, se deberán seguir las siguientes acciones:

- En cuanto se dé una alerta de incendio se evacuará al personal del sitio del incendio de manera inmediata. Durante la evacuación se prestará ayuda a las personas con discapacidad.
- Se debe alertar a la brigada contra incendios lo más rápido posible e indicarles la ubicación exacta y los pormenores del incendio. Los miembros de la brigada acudirán al sitio y evaluarán la situación. Si el incendio escapa de sus capacidades de respuesta, harán contacto inmediato con la estación de Bomberos de Mataquescuintla.
- Prioritariamente, se brindará atención de primeros auxilios a cualquier herido y se activará el sistema de atención médica.
- Se brindará instrucciones precisas a los encargados de la electricidad, para apagar el flujo eléctrico al sitio del incendio, ya que los cortos circuitos pueden agravar la situación y dificultar la atención de la emergencia.
- Mover vehículos y otros equipos fuera del lugar del incendio.
- Si el incendio es pequeño (del tamaño de una papelera) el mismo se usará un extintor.
- Siempre que se use un extintor, se debe tener prevista una ruta de escape, en caso de que el incendio se propague.
- Si su ropa prende fuego, tírese al piso y ruede hasta apagar el fuego. Si la ropa de un compañero de trabajo prende fuego, haga que la persona se tire al suelo y ruede para apagar las llamas.
- Si el fuego es grande o se está difundiendo rápidamente, alerte a sus compañeros de trabajo y salgan de la zona del incendio inmediatamente.
- No vuelva a entrar al edificio hasta que los bomberos indiquen que es seguro entrar.
- Después de la emergencia, el Coordinador de Respuesta a Emergencias preparará un informe completo sobre el fuego o la explosión.

14.12 Emergencias en la Mina Subterránea

La mina subterránea del Proyecto Escobal ha sido diseñada para proporcionar seguridad a los trabajadores. Esto incluye, la debida caracterización geotécnica de la calidad de la roca, la definición del tipo de ademe o refuerzo conforme a la calidad de roca, el diseño de la ventilación, el diseño en sí de la mina, con dos portales de entrada y varias chimeneas de ventilación, la ubicación de cámaras o refugios de seguridad, el uso de equipos a control remoto en zonas de mayor riesgo, el uso de

equipos de protección personal, incluyendo rescatadores personales (para caso de incendio o baja ventilación) y la adecuada capacitación del personal de mina.

Aun así, se requiere de una adecuada preparación para la atención de una emergencia subterránea. La Agencia de Seguridad y Salud en Minería de EEUU (MSHA, por sus siglas en inglés) define tres situaciones de emergencia que podrían ocurrir en labores mineras subterráneas:

- i. Accidente que resulte en la muerte de una o más personas en el interior de la mina,
- ii. Accidente que resulte en heridas o lesiones graves a una o más personas en el interior de la mina, que tenga el potencial de causar la muerte y
- iii. El confinamiento por derrumbe de una o varias personas en el interior de la mina con potencial de causar muerte.

Adicionalmente, se incluyen los incendios y explosiones en minas subterráneas de minerales metálicos, accidentes principalmente ligados a incendios de maquinaria a diesel y en menor grado a cortos circuitos.

Debido a que al momento de preparación de este documento, Minera San Rafael se encuentra en labores de desarrollo de túneles para exploración del yacimiento, ya existen documentos sobre el manejo de emergencias en el sitio. El más relevante es un manual desarrollado por la Gerencia de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional de Minera San Rafael el cual se transcribe a continuación.

14.12.1 Manual de Emergencias en Mina Subterránea

Este manual pretende ser una guía en caso de una emergencia que se reporte durante los trabajos en la mina. Las áreas de responsabilidad de varias personas que estarán directamente involucradas se describen para evitar dudas en cuanto a lo que cada persona debe hacer en el momento de una emergencia.

Cabe señalar que no todas las condiciones pueden preverse, por lo tanto estos protocolos solo pueden servir como una guía para establecer la organización más apropiada al momento de una situación de emergencia.

Para la atención de emergencias en el subterráneo se conformó un Equipo de Control. El Equipo de Control debe considerar el detalle de respuesta a cualquier situación basada en la información disponible al momento de la emergencia.

Este procedimiento será revisado anualmente por la Gerencia de Minera San Rafael. El departamento de Ingeniería/Geología debe de proveer actualizaciones sobre el desarrollo y producción de los frentes mensualmente.

Los Supervisores y Contratistas en el sitio revisaran el Protocolo de Emergencia con todos los equipos sobre una base regular.

NUMERO DE EMERGENCIA: El número 5951-5261 ha sido designado para Propósitos de Emergencia. Este número sonará en el Departamento de seguridad Industrial; que atenderá las 24 horas del día.

14.12.1.1 Protocolo Durante una Emergencia en Subterráneo

- I. El sistema de evacuación de la mina será activado por medio de 3 métodos de aviso
 - a. Gas fétido (olor a gas),
 - b. Vía radio, y
 - c. Teléfono de mina.

- II. El equipo de control se reunirá en el Complejo Subterráneo de Oficinas en el portal este u oeste.

- III. El equipo de control estará compuesto de las siguientes personas:
 - Coordinador de Respuesta a Emergencias
 - Gerente General de la Mina
 - Gerente de Mina Subterránea
 - Jefe de Ingeniería
 - Gerente de Seguridad Industrial / Superintendente
 - Gerente de Seguridad Institucional / Superintendente
 - Capitán de Mina
 - Gerente de Recursos Humanos
 - Ingeniero de Ventilación
 - Ingeniero de Geotécnica

- Gerente de Geología
 - Gerente de Logística
 - Médico de la Empresa
 - Registrador
- IV. El equipo del tablero de etiquetas será instalado para dar cuenta de todos los empleados de la mina subterránea.
- V. El Oficial de Información es parte del Equipo de Control,
- El primer Oficial de Información será informado por el Equipo de Control y procederá a la Estación de Rescate Minero, informara al equipo y después retornara con el Equipo de Control para obtener más instrucciones.
 - Los restantes Oficiales de Información reportaran al Salón de Rescate Minero para asistir con la creación de los equipos.

14.12.1.2 Incendio en Mina Subterránea

En caso que usted descubra un incendio en cualquier lugar de la mina subterránea, el procedimiento es el siguiente:

- Evalúe el tamaño del incendio y llame a su equipo /colega (s) para que le ayuden.
- Inmediatamente trate de pagar el incendio utilizando un sistema de supresión de incendios, extinguidor o manguera.
- Si el incendio puede y es apagado, el incidente debe reportarse a su Supervisor.
- Si el incendio no puede ser apagado, dirijase al refugio más cercano / alertando a las personas en el camino.

Inmediatamente contacte al despachador de la mina subterránea y al supervisor en el canal 2 y que ellos contacten al centro de comunicaciones al 5951-5261 para activar el sistema de respuesta de emergencias. La persona que reporte el incendio, deberá proporcionar la siguiente información:

- Nombre
- Ubicación y naturaleza del incendio o emergencia
- Tipo y tamaño del incendio

- Quédense en el radio hasta que se le indique que se necesita más información de usted.
- Proceda al refugio más cercano.
Nota: La emergencia puede reportarse por teléfono de mina.
- Si el paso a la estación de refugio más cercano está bloqueado por humo, fuego o desechos, proceda al próximo refugio más cercano y/o fuente de aire fresco más cercana o hacia una galería sin salida que tenga aire comprimido y agua disponible y construya una barricada utilizando la madera u otro material disponible.
- Selle la barricada de la mejor forma posible.
- Abra parcialmente la cabecera del aire comprimido y espere ayuda.
- Si no hay material disponible para una barricada, vaya a la cabecera y utilice su chaqueta u otro material para construir una carpa sobre su cabeza y la línea de aire.
- Quiebre el aire comprimido y espere ayuda.
- Si hay comunicación disponible, déjele saber a alguien donde estará ubicado.
- Los trabajadores deben mantener la calma y quedarse donde estén hasta que sean rescatados por el Equipo de Rescate de la Mina o dado el visto bueno por parte del supervisor.

14.12.1.3 Emergencia por Alarma de Gas Fétido (Olfativa)

En el caso que encuentre o huela olor a gas (olor a huevo podrido) en cualquier lugar de trabajo de la mina, el procedimiento es el siguiente:

- Revise su reloj para ver qué hora es (recuerde la hora).
- Proceda al refugio u otra base establecida de aire fresco, alertando a sus compañeros de trabajo que encuentre en el camino.
- A su llegada al refugio siga las instrucciones establecidas en el manual, el cual encontrara en la caja de Emergencia localizada en la estación de refugio.
- Si usted encuentra cualquier cosa inusual en el camino a la estación refugio o al área de aire fresco reporte la información al encargado de la estación de refugio.

14.12.1.4 Conducta y Protocolo en una Estación de Refugio

Se aplicaran las siguientes reglas de conducta en las estaciones de refugio:

- La primera persona en la estación de refugio está a cargo hasta que se sea relevado por un supervisor, delegado o Personal de Rescate Minero.
- Está prohibido fumar en las Estaciones de Refugio en cualquier momento
- A su llegada a la estación de refugio, la puerta deberá cerrarse y luego sellarse con la espuma almacenada en el refugio y re sellada después de cada entrada. La base de la puerta puede ser sellada con arena.
- La cabecera del aire comprimido debe ser resquebrajada para mantener una presión positiva dentro del refugio, para proveer aire fresco.
- Resquebraje la válvula de escape que se encuentra en la pared, cerca de la puerta para liberar la presión a fin de no sobre presionar el refugio.
- Si el aire comprimido deja de soplar, cierre la válvula inmediatamente.
- No se demore en sellar la puerta del refugio.
- El monóxido de carbono, un gas toxico asociado con incendios subterráneos, es incoloro, inodoro e insípido y puede contaminar una estación de refugio antes que se detecte humo.
- Se tomaran los nombres de las personas que se encuentran en el refugio. Esta lista deberá ser completada sin demora para que el Equipo de Control pueda dar cuenta de todas las personas que se encontraban en la mina subterránea al momento de la emergencia.
- Documente toda la información que se le pide en la “Lista de Verificación de la Estación de Refugio”.
- Espere que sea contactado por el Equipo de Control.
- Si no ha sido contactado dentro de 20 minutos, llame al Equipo de Control en el canal 2 del radio
- Apague las lámparas. Solo se puede utilizar una lámpara a la vez. Las otras lámparas deben ser conservadas en el caso que haya un apagón.
- Cada treinta minutos, se delegara a una persona para que camine hacia adelante y hacia atrás, para agitar el aire estancado y evitar la superposición de oxígeno y dióxido de carbono.
- Agua y suministros adicionales podrán ser encontrados en cajas selladas dentro de la Estación de Refugio.

14.12.1.5 Acción de Seguimiento a la Alarma de Gas Fétido

- El equipo del cuarto de lámparas tendrá la responsabilidad de almacenar y mantener las botellas de gas para la alarma olfativa.
- Una vez que sean usadas las botellas, la misma persona es responsable de reemplazarlas por botellas cargadas. Este sistema tiene que estar disponible todo el tiempo.
- El supervisor de más alto rango es el responsable de liberar la alarma olfativa.
- El despachador deberá comunicar al centro de comunicación de la activación de la alarma.
- El centro de comunicaciones deberá ser el indicado para comunicarse con el supervisor de seguridad industrial para activar los Equipos de Emergencia y Rescate.

14.12.1.6 Otras Emergencias Subterráneas

En una mina hay una serie de otras emergencias que pueden ocurrir. Estos incidentes pueden tener un impacto en la vida y en la propiedad y se hará todo lo posible para garantizar que todos los empleados serán puestos en peligro. A continuación se listan algunos incidentes mayores que pueden ocurrir en la mina.

- Lesiones Críticas
- Derrumbes
- Cortes de electricidad
- Empleado atrapado

Lesiones Críticas: Cuando hay una lesión crítica, el Gerente de la Mina Subterránea, el Superintendente de la Mina Subterránea y Gerente de Seguridad Industrial y Entrenamiento, serán llamados. Se tomara una decisión para determinar si se activa y en qué medida o no, el plan de emergencia. Si el plan es activado se aplicara el mismo procedimiento que el de incendios.

Derrumbes mayores o eventos sísmicos: Cuando ocurre un derrumbe o evento sísmico el equipo geotécnico será llamado para asistir. Junto con la persona encargada de la mina se tomara una decisión si se necesita activar y en qué medida el plan de emergencia. Si el plan es activado se aplicara el mismo procedimiento que el de incendios.

Cortes de electricidad mayores: Cuando ocurre un corte de energía mayor en la mina, se debe considerar lo siguiente: en qué medida y que duración. El Gerente de la Mina será llamado inmediatamente. El Gerente de la Mina, el Superintendente de la Mina y el Jefe de los electricistas determinaran si el plan de emergencia necesita ser activado y en qué medida. El mismo procedimiento que el de incendios para evacuaciones será aplicado.

Empleados atrapados: Si hay un empleado atrapado debido a un derrumbe, equipo u otra causa; se llamara inmediatamente al Gerente de la Mina. El Gerente de la Mina, el Superintendente de la Mina y el Jefe de electricistas determinaran si es necesario activar el plan de emergencia y hasta en qué medida. Aplican los mismos procedimientos que para incendios para una evacuación total.

14.12.1.7 Equipo de Control de Emergencias

El Equipo de Control estará instalado en el complejo de oficinas de mina subterránea. Esta oficina será el centro de comando durante la emergencia. El Equipo de Control estará compuesto por personal clave según la lista adjunta. El oficial de más alto rango o su designado asumirá el rol de Oficial de Control y estará a cargo del Equipo de Control y el centro.

En la mayoría de los casos, este será el Gerente General de la Mina o el Gerente de la Mina Subterránea. El equipo será responsable de coordinar segmentos específicos del plan de emergencia; tal como seguridad, ingeniería, apoyo y rescate y de aconsejar al Oficial de Control.

El Equipo de Control y el Oficial son responsables de formular estrategias para controlar la situación de emergencia, programar al personal y monitorear tendencias continuas.

El grupo se esforzara para minimizar los efectos de la emergencia. Estarán preparados para autorizar el gasto en materiales y en los recursos financieros para el rescate y la preservación de la vida y la salud.

El Equipo de Control proveerá apoyo a todos los equipos de emergencia involucrados.

14.12.1.8 Información Relevante

A continuación se indica una lista a la cual puede consultar el Equipo de Control para garantizar que en la emergencia de se descuide ninguna información.

- ¿Ha sido evacuada el área afectada?
- ¿Se tienen los nombres de personal desaparecido?
- ¿Se tiene la información inicial y subsiguiente sobre: la calidad del aire, ventilación y daños?
- ¿Se ha localizado al personal desaparecido?
- ¿Se saben las causas de la emergencia?
- ¿Qué acciones se ha tomado por parte del personal que se encuentra en el sitio?
- ¿Existe algún peligro de una explosión?
- ¿Con que equipo se cuenta en el área? (Por ejemplo, equipo contra incendios, equipo diesel, estaciones de electricidad, líneas de agua/aire)
- ¿Se tiene el estatus de la electricidad, ventiladores, puertas?
- ¿Sitios de almacenaje en el área? (herramientas, materiales, cilindros de O₂, acetileno, explosivos)
- Ubicación de la estación de aire fresco
- Informes de las estaciones de refugios
- Número de personas en los Equipos de Rescate para manejar la emergencia
- La programación de las tareas dependerán de los objetivos, dificultad, ubicación, distancia, límites de tiempo y O₂, descanso.
- ¿Se tiene la información inicial y subsiguiente sobre: la calidad del aire, ventilación,
- Condiciones, gases, daños, personal desaparecido
- Las tareas del Rescate Minero pueden incluir: muestras de gas, flujo de aire, construcción, exploración, rescatar sobrevivientes, revisar aparatos y apagar incendios.

14.12.1.9 Personal Clave y Suministros

El siguiente listado describe las obligaciones del Personal Clave del Equipo de Control, así como las responsabilidades de los roles claves de apoyo necesario para una emergencia (por ejemplo el Supervisor de Equipo de Rescate y el Oficial de

Información)

Gerente General de la Mina/Oficial de Control (Emergencia Subterránea):

El Gerente General de la Mina está a cargo del equipo de control. El Coordinador de Emergencia tiene la responsabilidad de coordinar el plan general de acción para hacer frente a la emergencia. Él/ella coordinará las actividades del personal involucrado en el manejo de la emergencia y establecerá las necesidades prioritarias para la administración de emergencias.

La principal área de preocupación para el Coordinador de Emergencias deberá ser la seguridad de todos los empleados y el personal de rescate.

✚ Coordinador de Emergencias Subterráneas (Oficial de Control):

- Lidera al Equipo de Control
- Aprueba el plan final antes de someterlo al Oficial de Información y al Equipo.
- Controla y autoriza todo material, personal y vehículos en y fuera de la propiedad durante la emergencia con la excepción del siguiente personal: o Personal del Equipo de Rescate o Vehículos de emergencia (ambulancia, incendio, policía, medico)
- Garantiza que haya disponible un registrador para registrar los eventos.
- Aprobar toda la información sobre la emergencia a ser liberada.
- Aceptar comunicación de afuera.
- Leer y poner sus iniciales en la entrada de registro.
- Notificar a las Oficinas Centrales.
- Ser responsable de tomar la decisión de retirarse.
- Aprueba plan de acción desarrollado por el Equipo de Control.

✚ Director del Rescate (Gerente de Mina)

- Es un miembro del Equipo de Control
- Coordina con el Superintendente de la Mina el conteo de todo el personal de la mina subterránea.
- Garantiza que todas las entradas estén custodiadas.
- Tiene a una persona que actúa como Registrador del Incendio/Emergencia.
- Es responsable de someter órdenes escritas para el Equipo de Rescate al Oficial de Información, asegurándose que el Oficial de Información entienda la naturaleza de la emergencia y todo plan de acción.

- Monitorear las condiciones en el área afectada por la emergencia.
- Determinar la ubicación de la emergencia y su causa, con información del personal apropiado.
- Determinar las prioridades y el plan de acción con la información del personal apropiado. La salud y seguridad de los trabajadores de respuesta a emergencias/incendios debe ser la preocupación primordial.
- Contacta o arregla comunicación con las estaciones de refugio a 20 minutos, para el conteo y revisar al personal de salud y seguridad.
- Se asegura que haya alguien a cargo del personal en las estaciones de refugio subterráneas y que haya anotado los nombres de todas las personas y que haya mencionado el procedimiento de emergencia.

✚ Registrador de la Emergencia

- Asiste al equipo de control
- Registra todos los eventos y completa las hojas de emergencias de la mina
- Registra las conversaciones, conferencias y decisiones tomadas.

✚ Superintendente de Mina

- Es miembro del equipo de control
- Responde por las personas de su área
- Asistirá la gerente de mina en el plan de acción inmediato.
- Estará a cargo del operador de comunicación.
- Coordina el control de las oficinas y mina subterránea

✚ Coordinador del Tablero

- Es la persona responsable del control del mismo, nadie más podrá actualizarlo
- Será el enlace entre control y el tablero.
- Se encargara de la actualización del listado de personal en los refugios.

✚ Jefe de Ingenieros

- Es miembro del equipo de control
- Garantiza el correcto funcionamiento de la oficina de ingeniería, durante la operación.
- Gestiona la disponibilidad de los planos, bosquejos, puertas de ventilación, ubicación de los teléfonos de mina, equipos contra incendio, abanicos de ventilación, y vías de evacuación.

- Asiste al equipo de control en elaboración de planes de contingencia adicionales.

✚ Ingeniero de Geología y Ventilación

- Es miembro del equipo de control
- Monitorea el sistema geotécnico si es solicitado
- Deberá reportar cualquier información vital.
- Gestiona la disponibilidad de los planos, bosquejos, puertas de ventilación, ubicación de los teléfonos de mina, equipos contra incendio, abanicos de ventilación, y vías de evacuación.
- Deberá tener identificados los puntos de ventilación crítica y las posibles soluciones.

✚ Gerente de Seguridad Industrial

- Es miembro del equipo de control.
- Asiste al gerente de la mina para la formulación de los planes de acción y reacción.
- Coordina al Jefe de rescate de mina
- Coordina al personal de salud.
- Actúa como enlace entre la gerencia y los centros asistenciales y clínicas.
- Coordina y designa a un fotógrafo, para la recolección de escenas.

✚ Jefe de Rescate Minero

- Determina la formación de los equipos de rescate
- Designa a los oficiales de información
- Coordina los equipos de soporte.
- Coordina la revisión de equipos y la preparación de los mismos
- Mantiene un registro de los equipos en el área
- Garantiza la comodidad de los equipos de rescate
- Garantiza los suministros de los equipos de rescate
- Notifica los avances realizados

✚ Personal Médico de la Clínica de la Mina

- Deben tener todo el equipo médico preparado para cualquier emergencia médica
- Acompañar al equipo de emergencia si fuera necesario

- Contactar a consejos comunitarios servicios de acción o autoridades religiosas para proveer apoyo emocional si fuera necesario.

✚ Gerente de Seguridad Física e Institucional

- Es miembro de control
- Apoya en la coordinación de las actividades de control
- Mantiene las listas de teléfonos, correos al día.
- Dirige el tráfico de emergencia dentro y fuera de la mina
- Establecerá un perímetro de seguridad dentro y fuera de la mina

✚ Oficial de Información

- Es miembro del Equipo de Control
- El Primer Oficial de Información reportara al Equipo de Control y asistirá al Equipo de Control formulando un plan de acción.
- Instalar una Oficina de Información en el Complejo Subterráneo
- El Segundo y Tercer Oficiales de Información se mantendrán en el cuarto de rescate hasta ser llamados por el Equipo de Control
- El Oficial de Información únicamente será responsable de los Equipos a los cuales fueron designados por el Supervisor de Rescate
- Obtenga instrucciones escritas del Oficial de Control antes de proceder a la mina subterránea
- Asegura la seguridad del equipo
- Presentar informe escrito al Equipo de Control/Supervisor de Rescate inmediatamente después de la emergencia

✚ Gerente de Recursos Humanos

- Es miembro del Equipo de Control
- Estar disponible para otras tareas que el Oficial de Control considere necesarias.
- Gestionar el suministro de comida caliente, etc. para personal en la propiedad.
- Manejar todas las relaciones con el gobierno conjuntamente con la Alta Gerencia
- Comunicar todas las necesidades que tratan con la comunidad local en conjunto con Equipo de Desarrollo Sostenible
- Manejar todas las relaciones publicas (medios/familia, etc.), difundiendo la información aprobado por el Oficial de Control

- Organizar un área cómoda fuera del sitio donde las personas de los medios puedan reunirse hasta que se puedan emitir declaraciones.
- Organizar los turnos para todo el personal involucrado en el manejo de la emergencia cuando la emergencia continúa más allá de las 24 horas.
- Mantener contacto con las familias del personal involucrado en la emergencia cuando esta sea de larga duración.
- Coordinar con el equipo de la Clínica de Salud Ocupacional dirigir a los familiares al área de espera si fuera necesario.
- Contactar a los Consejeros Comunitarios y Servicios de Adicción y/o autoridades religiosas para proveer apoyo emocional adicional.

✚ Gerente de Medio Ambiente

- Es miembro del Equipo de Control
- Estar disponible para otras tareas que el Oficial de Control considere necesarias.
- Cuando se hace el llamado para retirarse, notifica al personal del departamento y/o a los contratistas que reportan al Departamento de Medio Ambiente.

✚ Coordinador de Emergencias de Superficie

- Es miembro del Equipo de Control
- Proveerá personal de emergencia, equipo y apoyo
- Extinguidor de espuma (hacer prueba de funcionamiento)
- Asegurar que haya espuma extra y otros equipos contraincendios
- Asegurar que haya equipos de primeros auxilios extras
- Personal extra para utilizar de apoyo.
- Se asegurara que el equipo de superficie se mantenga listo para dar apoyo
- Designara personal para llevar a cabo pruebas de CO en los escapes de superficie de los dos portales

✚ Gerente Administrativo

- Estar disponible para otras tareas que el Oficial de Control considere necesarias.
- Estar preparado para administrar actividades financieras durante la emergencia y dar asistencia financiera a los familiares si lo requieren.
- Mantener un registro de todos los costos de la emergencia.

- Asignar personal para garantizar que la bodega esté abierta y que los bienes en inventario puedan ser sacados durante una emergencia. Cuando se comunica la retirada, notifica al personal del departamento y/o contratistas que reportan a la Administración

✚ Personal de Bodega

- Estar preparado para buscar, obtener y facilitar la entrega de cualquier equipo especial que se requiera.

✚ Gerente de Logística

- Estar disponible para otras tareas que el Oficial de Control considere necesarias.
- Estar preparado para buscar, obtener y facilitar la entrega de cualquier equipo especial que se requiera.
- Cuando se comunica la retirada, notifica al personal del departamento y/o contratistas que reportan al Departamento de Logística / Bodega.

✚ Suministros

Los mapas siguientes deberán estar almacenados todo el tiempo en el Cuarto de Control o estar disponibles cuando sean requeridos.

- Dos juegos actualizados de mapas de ventilación de la mina subterránea
- Mapas de superficie y de edificios
- Lapiceros, lápices, papel
- Tres juegos completos de listas de llamadas y procedimientos Contra Incendios / Emergencias

✚ Comunicaciones

Radios para comunicarse con los trabajos de la mina subterránea y deberán consistir de los siguientes elementos:

- Radios de cable radiante
- Equipo y radios portátiles
- Radios localizados en las estaciones de refugio
- Teléfono de mina habilitado.

14.12.2 Emergencias Médicas/Accidentes

Las emergencias médicas y accidentes pueden ocurrir en cualquier momento y lugar. El equipo de primeros auxilios será capacitado para dar atención inicial a cualquier paciente o víctima de un accidente y para solicitar asistencia de las instituciones pertinentes. Los miembros de este equipo estarán claramente identificados con un brazalete de la Cruz Roja y un el símbolo de la Cruz Roja en sus cascos.

Se mantendrá una ambulancia en el sitio de la construcción y en la mina de funcionamiento todo el tiempo. Este vehículo debe tener radio de comunicación y teléfono celular para comunicarse con las instituciones de auxilio como bomberos y la policía.

El primer brigadista en llegar al sitio de la emergencia se hará cargo de la situación y seguirá los pasos para los que se le ha capacitado, incluyendo el aseguramiento de la escena, la solicitud de ayuda, la revisión inicial de la o las víctimas, su inmovilización, etc. En cuanto llegue más personal de emergencia al sitio, el liderazgo lo asumirá la persona con más entrenamiento y formación en primeros auxilios, mientras llega al lugar el médico de la institución. Una vez que llegue el médico al sitio del accidente, este asumirá el control de la situación e indicará al personal de primeros auxilios sus funciones en la emergencia.

14.12.3 Respuesta a Emergencias Externas

Las emergencias externas son situaciones que ocurren durante la construcción y operación del proyecto, cuyas consecuencias van más allá de los límites de la propiedad de la empresa. En este caso, la respuesta requerirá de una coordinación con las autoridades locales y en algunos casos hasta nacionales.

Estas situaciones podrían ser las siguientes:

- Accidentes de tránsito que involucre a vehículos compañía
- Accidentes de tránsito con vehículos de un contratista
- Los derrames durante el transporte de combustibles fuera de los perímetros del proyecto
- La contaminación de cualquier tipo, procedentes de la zona del proyecto pero que se extiende más allá de los límites del proyecto.

Cualquier emergencia que representa una amenaza para las vidas humanas que se produce fuera de los límites del proyecto debe ser reportado inmediatamente los bomberos más cercanos. Si se produce un accidente mortal, la policía debe ser notificada inmediatamente.

Si ocurriese un accidente vehicular, este debe ser reportado inmediatamente a la compañía de seguros respectiva.

Como se indicó anteriormente, cualquier derrame importante de combustible durante el transporte es responsabilidad de la empresa transportista. Independientemente de su ubicación, la empresa transportista deberá informar de inmediato al Gerente General. El Gerente General notificará a las instituciones gubernamentales relacionadas. Minera San Rafael colaborará en la medida de sus capacidades con la compañía de transporte en los procedimientos de limpieza.

Minera San Rafael, en coordinación con las agencias locales notificará a los residentes de los alrededores y los usuarios del agua río abajo del punto del derrame. Esta notificación se llevará a cabo en caso de que el derrame represente un riesgo de salud y seguridad pública.

Los desastres naturales podrían originar emergencias fuera de las instalaciones de la empresa. El personal de Minera San Rafael deberá estar preparado y dispuesto a colaborar con la comunidad cercana en la atención de desastres naturales tales como terremotos, huracanes o deslizamientos de tierra. En este caso, el Gerente General o el Coordinador de Respuesta a Emergencias deberán coordinar su colaboración con la oficina de CONRED más cercana.

14.12.3.1 Apagón Eléctrico

Aun cuando durante la fase de construcción una falla en el suministro del fluido eléctrico no representaría una emergencia, podría ocasionar pérdidas económicas. Aún así, este tema cobra relevancia durante la fase de operación, donde un apagón podría producir una emergencia ambiental. Por ejemplo, se podría detener el sistema de tratamiento de aguas, produciéndose descargas al medio ambiente de aguas contaminadas.

Todos los sistemas de tratamiento de agua u otros sistemas cuya falta de energía eléctrica puedan representar un riesgo para el medio ambiente deben contar con generadores de respaldo, de forma que puedan operar aun cuando falle la electricidad.

14.13 Asuntos de Seguridad que Requieren Intervención Policial

Minera San Rafael ha tomado las previsiones para resguardar la seguridad de su personal, instalaciones y equipos. Esto incluye la circulación con malla ciclón de todo el perímetro de la operación y la contratación de una empresa de seguridad privada para vigilancia las 24 horas, dentro del perímetro. Se cuenta con casetas de vigilancia en la entrada principal y en varios puntos de las instalaciones.

Sin embargo, los proyectos mineros en Guatemala son objeto de polémica y existen individuos y organizaciones que se oponen férreamente a la ejecución del proyecto. Dentro de la oposición puede haber individuos que consideren que el uso de la violencia como una alternativa para detener el proyecto.

Existen operaciones industriales y mineras en América Central han sufrido ataques organizados de los opositores, incluyendo manifestaciones violentas manifestaciones y disturbios. Por ejemplo, la mina San Martín en Honduras sufrió un ataque en 2002, donde los opositores organizados destruyeron la puerta de entrada y la cerca, y obligó a la evacuación de personal de la mina. En Costa Rica, manifestantes ecologistas y vecinos enojados quemaron una planta de harina de pescado cerca de Alajuela. La Mina Marlin, en Guatemala ha sido objeto de ataques violentos, quema de vehículos y sabotajes por parte de opositores. Las tácticas violentas incluyen amenazas telefónicas, amenazas directas al personal y sus familias, retención ilegal, sabotajes, secuestro, las protestas violentas y disturbios.

Dentro de los asuntos de seguridad que requieren respuesta de la policía se incluye el robo, el asalto a mano armada y secuestro extorsivo.

En la siguiente sección se presentan algunos escenarios de emergencia que requieren intervención policial y se brindan algunas recomendaciones. Sin embargo, se recomienda que durante la fase de construcción, se prepare un plan específico de respuesta ante eventos que requieran de intervención policial.

14.13.1 Robo

El asunto más frecuente que requiere de intervención policial es el robo. Los robos pueden ocurrir en perjuicio de la empresa, de sus empleados o de los contratistas. Si se tiene evidencia o sospecha de un robo, se recomienda lo siguiente:

- Si se detecta un robo, no toque nada de la escena.
- Reporte de inmediato el incidente al Equipo de Seguridad y al Coordinador de Respuesta a Emergencias.
- Llame a la policía de más cercana y a la oficina de investigación judicial
- Presente una denuncia formal del robo.
- Si el robo incluye tarjetas de crédito, tarjetas de débito o talonarios de cheques, ponerse en contacto con el emisor tan pronto como sea posible (la mayoría tienen servicios 24 horas) para reportar el robo y cancelar las tarjetas.
- Notifique a la Compañía de Seguros y presente copia de la denuncia formal.
- Después de la inspección de la policía de investigación judicial, repare las puertas o ventanas que hayan sido forzadas.

14.13.2 Asalto a Mano Armada

Todos los empleados deben saber cómo reaccionar en caso de un asalto a mano armada. Algunos trabajadores serán entrenados para que, posterior al asalto actúen eficazmente. Un trabajador podría llamar a la policía, mientras que otro puede tratar de identificar el vehículo de huida o de identificar posibles testigos y proteger las pruebas.

- No mantener grandes cantidades de dinero en el sitio.
- Si se ven personas o vehículos sospechosos en la zona, tome nota o llame a la policía. Tratar de incluir descripción de vehículos y placas.
- En el caso de un asalto a mano armada, mantenga la calma. Al mantener la calma se podrá dar a la policía una mejor descripción del suceso. La mayoría de ladrones no hacen daño a la víctima. No discutir con ellos. Mostrar sus manos todo el tiempo.
- No presentar resistencia. Cooperar con el asaltante, pero no ofrecerse de voluntario ni hacer nada que no se le que pida. Tome en cuenta que el asaltante está armado y puede hacerle daño a usted o a otros si no se coopera. Escuche al asaltante con atención, fíjese en su apariencia y comportamiento. Lo que se ve y escucha puede ayudar a la policía para obtener una descripción del sujeto.

- Si es posible y sin ponerse en peligro, note la dirección de la fuga y el tipo de vehículo.
- Llame inmediatamente a la policía. Llame a la policía antes de llamar a nadie, porque el tiempo es muy importante. Permanezca en el teléfono con el operador de la policía.
- Preservar el escenario para las pruebas. La policía puede ser capaz de obtener las huellas digitales del asaltante, o puede ser capaz de recuperar otras evidencias físicas de la escena.
- Solicite a los testigos permanecer en el lugar. Cierre las puertas, no deje que nadie entre al sitio del suceso hasta que llegue la autoridad. Solicite a cada testigo que escriba lo que veían, incluyendo la descripción del asaltante. No comparar notas, simplemente informar de lo que usted vio lo mejor que pueda.
- No toque lo que el asaltante pudo haber tocado. Cuando llegue la policía, tratar de indicar todo lo que el asaltante tocó o dejó olvidado.

14.13.3 Manifestaciones, Huelgas Violentas y Disturbios

- El cuerpo de seguridad de la empresa deberá contar con un plan para la atención de protestas violentas y motines.
- Este plan deberá formar parte del entrenamiento del personal de seguridad de la empresa, e igualmente se conducirán simulacros de entrenamiento.
- Este plan deberá ser informado y compartido con la policía local.
- Dentro de este Plan se diseñarán las rutas las estaciones de evacuación.
- La evacuación, vía helicóptero, deberá ser considerada.

14.13.4 Secuestro y Extorsión

Minera San Rafael debe preparar un plan específico de respuesta ante Secuestro y Extorsión. Dicho plan debe ser preparado por los expertos en seguridad. Las acciones que se enumeran a continuación son algunos consejos generales proporcionadas por las compañías de seguros a los ejecutivos de EE.UU. que trabajan en América Latina y otras regiones del mundo:

- Considerar la compra de pólizas de seguros para los casos de secuestro y extorsión, estas pólizas se conocen como KRE por sus siglas en inglés. Un ejemplo de estas pólizas puede verse en el siguiente sitio:

- <http://www.krollconsulting.com/security/kidnap-ransom-extortion/>
- Si el secuestrado es un extranjero, contactar la embajada respectiva inmediatamente.
- Con la mayor discreción posible, el gerente general o su representante informará a la policía de investigación judicial sobre la situación
- Evitar el contacto con la prensa
- Si la empresa tiene un seguro de secuestro, llamar de inmediato y solicitar una consultoría de seguridad. La empresa de seguros enviará a un consejero en cuestión de horas.
- Grabe o escriba detalladamente los mensajes recibidos. Evitar cualquier compromiso mientras no estén presentes los especialistas de la policía o el consejero de la compañía de seguros.
- El consejero de seguridad no tomara ninguna decisión, sino que facilitará el proceso y aconsejará y hasta podría mediar en la situación. Se recomienda la formación de un comité para analizar las demandas y tomar decisiones. Por lo general, las decisiones son: Negociación sobre plazos, pago de rescate, situaciones de entrega de las personas rescatadas.
- La tasa de mortalidad en secuestros cuando un consultor de seguridad participa es de un 2 por ciento en comparación con el 9 por ciento para la policía. Las fatalidades pueden ocurrir al momento del secuestro, durante el tiempo de la retención (enfermedad u ataques cardíacos) o durante los intentos de rescate.

14.13.5 Sabotaje con Daño Ecológico y Eco-terrorismo

Algunos sabotajes podrían ocasionar graves daños al medio ambiente. Tal es el caso del daño intencionado a tanques o recipientes que contengan materiales peligrosos, incendios provocados en bodegas de reactivos, o la apertura malintencionada de válvulas que permitan la descarga no controlada de insumos peligrosos.

Por otra parte, el Eco-terrorismo se define como acciones de sabotaje o amenaza de sabotaje por parte de individuos u organizaciones ambientalistas radicales, que no dudan en causar daños a la propiedad e incluso al medio ambiente, para amedrentar o detener algún proyecto que consideran dañino para el medio ambiente. Estas actividades incluyen la contaminación intencional de pozos de agua o drenajes naturales para señalar a los desarrolladores del proyecto como culpables.

Para la prevención de estas actividades se hacen las siguientes recomendaciones:

- Custodiar durante las 24 horas del día sitios que almacenen materiales peligrosos, tales como estaciones de combustible y bodegas de reactivos químicos.
- Mantener cerrados y con candados todos los pozos de monitoreo ambiental y los pozos de producción de aguas. Estos sitios deberán ser inspeccionados diariamente y cualquier condición anómala deberá ser reportada de inmediato a Seguridad.
- En caso de detectarse sabotaje ambiental o contaminación por actos de eco-terrorismo, notificar de inmediato al Coordinador de Emergencias y al Gerente General quienes se comunicarán con la policía y con las autoridades ambientales del país.
- El Gerente Ambiental en conjunto con el Coordinador de Emergencias definirá las acciones a seguir para evitar la extensión de la contaminación ambiental. En este caso se deberá seguir los procedimientos de control de derrames químicos.
- El Gerente Ambiental procederá a documentar de manera rigurosa la situación, por medio de fotografías, toma de muestras y comparaciones con muestreos anteriores al evento.
- Se preparará un informe detallado de la situación, el cual será remitido a las autoridades competentes.
- Se preparará un plan de comunicación, para informar a las autoridades locales de la situación.

14.13.6 Limpieza y Retorno a la Normalidad

Uno de los objetivos de mayor importancia de este Plan de Contingencias es asegurar el retorno a las condiciones normales de operación lo más pronto posible. En la medida en que la compañía regrese a sus operaciones normales, se disminuirá el impacto de la emergencia sobre el flujo de caja, sobre el estado de los equipos y en la motivación del personal. Una vez que la situación de emergencia esté bajo control, la empresa designará un equipo de limpieza que actuará bajo la supervisión del Coordinador de Respuesta a Emergencias. Esta persona trabajará junto con los gerentes de las diferentes secciones para garantizar las comunicaciones necesarias para el eficaz retorno a la normalidad.

Si para la limpieza se necesita equipo adicional o especializado, el Coordinador junto con el Gerente General, gestionarán su obtención. Igualmente, se evaluará la posibilidad de contratar especialistas externos para las labores de limpieza.

14.13.7 Entrenamiento y Simulacros

Como se mencionó arriba, corresponde al Gerente General la difusión de este Plan en todos los estratos de la empresa. El Gerente General, junto con el Coordinador de Respuesta a Emergencias, El Gerente de Salud y Seguridad Ocupacional y el Gerente de Medio Ambiente, debe definir una estrategia de comunicación para inducir a todos los trabajadores, los contratistas y los miembros seleccionados de la comunidad a los alcances de este plan. La estrategia de comunicación debe incluir el seguimiento y las actividades de control, incluidos exámenes ocasionales y simulacros de emergencia.

El entrenamiento para respuesta a emergencias se iniciará durante la fase de construcción y continuará durante la fase de producción. Todo el personal debe recibir capacitación anual en los planes de emergencia. Los planes en caso de huelgas, motines o disturbios, se comunicará al personal involucrado en la atención de este tipo de emergencias.

Como parte de la formación, se conducirán simulacros de emergencias. El Coordinador de Respuesta a Emergencias preparará, junto con el Gerente General, el programa de simulacros. Entre ellos definirán la frecuencia y extensión de los mismos

Algunos de simulacros serán notificados a los trabajadores con varios días de antelación para que puedan estar preparados. Otros simulacros se notificarán a las pocas horas, o incluso minutos antes de su ejecución. Cada empleado será notificado del simulacro antes de su ejecución.

Después de cada simulacro, el coordinador de respuesta de emergencia preparará un informe dirigido al Gerente General con los resultados del ejercicio. Estos resultados serán notificados asimismo a todos los trabajadores involucrados en el simulacro.

Adicionalmente, los equipos de respuesta ante emergencia realizarán ejercicios de entrenamiento al menos una vez al mes. Estos tendrán el objetivo de evaluar la eficacia de los procedimientos de seguridad, verificar el estado de los equipos así como los conocimientos y habilidades del personal de respuesta a emergencias. En estos ejercicios se incluirán los equipos de seguridad, el equipo de primeros auxilios y equipo de extinción de incendios. La ejecución de estos ejercicios no durará más de una hora.

14.13.8 Documentación

El Coordinador de Respuesta ante Emergencias será el responsable de documentar y reportar de cualquier situación de emergencia. Esta persona preparará sus informes en coordinación y comunicación con el Gerente General, el Gerente de Salud y Seguridad Ocupacional y el Gerente de Medio Ambiente, conforme a la naturaleza de la emergencia.

14.14 Preparación de un Plan de Comunicación ante una Crisis

Minera San Rafael contratará a un experto en comunicación para trabajar junto con el Coordinador de Respuesta a Emergencias y el Gerente General en el desarrollo de un Plan de Comunicación de Crisis. El Plan de Comunicación de Crisis debe cubrir, como mínimo, los siguientes elementos:

- Posibles escenarios de crisis
- Contactos / responsabilidades clave
- Procedimientos de notificación
- Centro de Crisis
- Procedimientos internos de comunicación
- Procedimientos de comunicación externa
- Procedimientos de comunicación a los medios
- Seguimiento

14.	ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE CONTINGENCIA	1
14.1	Introducción	1
14.2	Propósitos y Objetivos	1
14.3	Responsabilidades	2
14.4	Evaluación y Revisión de este Plan	3
14.5	Necesidad de este Plan	3
14.6	Requisitos y Compromisos Legales.....	3
14.6.1	Aspectos Legales	3
14.6.2	Política de Responsabilidad Social Empresarial	4
14.6.3	Prácticas Ambientales Internacionales	4
14.7	Descripción del Proyecto y Análisis de Riesgo	5
14.7.1	Descripción del Proyecto.....	5
14.7.2	Actividades durante la Construcción	5
14.7.3	Actividades Durante la Operación	6
14.7.4	Equipo Minero para la Construcción y la Operación	7
14.7.5	Materiales Peligrosos Usados Durante la Construcción y la Operación	8
14.7.6	Evaluación del Riesgo	8
14.7.7	Seguros	10
14.7.8	Organización y Responsabilidades.....	10
14.7.9	Comunicación y Coordinación.....	12
14.8	Equipos y Recursos para la Respuesta a Emergencia	13
14.8.1	Equipos de Comunicación	13
14.8.2	Equipo para la Contención de Derrames de Sustancias Peligrosas	13
14.8.3	Equipo de Primeros Auxilios.....	14
14.8.4	Equipos para la Extinción de Incendios	14
14.8.5	Ambulancia.....	15
14.8.6	Designación de un Sitio para Aterrizaje de Helicópteros	15
14.9	Posibles Escenarios de Emergencia y Respuesta	16
14.9.1	Derrames de Hidrocarburos y Sustancias Químicas	16
14.9.2	Respuesta en Caso de Derrames de Combustibles o Químicos	18
14.9.2.1	Limpieza en Seco	18
14.9.2.2	Limpieza en Húmedo.....	19
14.9.2.3	Limpieza de Derrames de Cianuros (Sólidos o Líquidos)	19
14.9.2.4	Derrames Durante el Transporte de Combustible	20
14.9.2.5	Mediciones Ambientales.....	20
14.10	Desastres Naturales	21
14.10.1	Movimientos en Masa	22
14.10.2	Terremotos	22
14.10.3	Derrumbe de Taludes.....	24
14.10.4	Accidente Ofídico	26
14.10.5	Ataque de Abejas Africanizadas	28
14.11	Incendios/Explosiones	29
14.12	Emergencias en la Mina Subterránea	30
14.12.1	Manual de Emergencias en Mina Subterránea	31
14.12.1.1	Protocolo Durante una Emergencia en Subterráneo.....	32
14.12.1.2	Incendio en Mina Subterránea	33
14.12.1.3	Emergencia por Alarma de Gas Fétido (Olfativa)	34
14.12.1.4	Conducta y Protocolo en una Estación de Refugio	35
14.12.1.5	Acción de Seguimiento a la Alarma de Gas Fétido.....	36
14.12.1.6	Otras Emergencias Subterráneas.....	36
14.12.1.7	Equipo de Control de Emergencias	37
14.12.1.8	Información Relevante	38

14.12.1.9	Personal Clave y Suministros	38
14.12.2	Emergencias Médicas/Accidentes.....	45
14.12.3	Respuesta a Emergencias Externas.....	45
14.12.3.1	Apagón Eléctrico	46
14.13	Asuntos de Seguridad que Requieren Intervención Policial	47
14.13.1	Robo.....	48
14.13.2	Asalto a Mano Armada.....	48
14.13.3	Manifestaciones, Huelgas Violentas y Disturbios	49
14.13.4	Secuestro y Extorsión.....	49
14.13.5	Sabotaje con Daño Ecológico y Eco-terrorismo.....	50
14.13.6	Limpieza y Retorno a la Normalidad.....	51
14.13.7	Entrenamiento y Simulacros.....	52
14.13.8	Documentación	53
14.14	Preparación de un Plan de Comunicación ante una Crisis	53

15. ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD

En el escenario ambiental actual se evidencian de manera general dos aspectos generales relevantes: Primero, que el área de influencia directa del proyecto (286 hectáreas), comprendida por la microcuenca Escobal y la parte baja de la subcuenca del río Dorado, está intervenida por actividades antropogénicas; y Segundo, que no vive dentro de ella ninguna comunidad. Los usos actuales de la tierra en el área de influencia directa del proyecto, sin proyecto, son mayoritariamente agropecuarios (70% del área total), de los cuales, los cultivos limpios abarcan el 30%, el café el 23%, los pastos el 13% y hortalizas el 4%. El bosque cubre el 11% del área total del área de influencia directa y el restante 19% son arbustos y matorrales. Las comunidades vecinas más cercanas son: Los Planes, La Cuchilla y El Fucío.

Indicado lo anterior, seguidamente se describen factores ambientales específicos que caracterizan actualmente, sin proyecto, en el área de influencia del proyecto:

En relación al componente abiótico se puede indicar lo siguiente:

- ✓ La calidad del aire, los niveles de sonido y vibraciones, como era de esperarse, muestran valores bajos y por debajo de los valores de referencia de las guías del Banco Mundial, la OMS y la norma del US Bureau of Mines, respectivamente. Los parámetros de calidad del aire y los niveles de sonido se han venido monitoreando trimestralmente desde marzo del 2009 a la fecha. Las vibraciones se midieron en las tres comunidades más cercanas, y en otras cinco, más alejadas, y servirán de línea base;
- ✓ Los análisis de las muestras de suelos realizados indican una fertilidad media y con muy bajas o sin concentraciones de metales pesados;
- ✓ La quebrada El Escobal es intermitente y en la época seca no transporta agua, no así el río El Dorado, donde descarga la quebrada. Los nacimientos en la microcuenca no son utilizados para abastecer a ninguna comunidad. Trimestralmente desde el 2008 se miden 97 parámetros físicos, químicos y bacteriológicos en varios puntos de la quebrada (invierno) y ríos. Los

resultados de las concentraciones de metales pesados muestran valores desde bajos hasta cero. Las fuentes de contaminación de las fuentes superficiales y subterráneas son los residuos de agroquímicos utilizados en la agricultura, la erosión de los suelos, descargas de aguas residuales domésticas y agropecuarias; y,

- ✓ Los sondeos geofísicos mostraron que el acuífero somero se encuentra entre los 6 y 11 metros y el profundo entre 115 y 250 metros en el área de influencia directa (microcuenca de la quebrada El Escobal y parte baja de la subcuenca del río El Dorado). Además, el nivel estático de los pozos perforados en el área de San Rafael Las Flores está entre 12 a 35 metros bajo el nivel del suelo. La calidad del agua es ligeramente alcalina, lo que provoca que el agua tenga pocos metales en solución. La conductividad hidráulica del acuífero es de 1.38×10^{-6} y se considera baja. El acuífero está compuesto por materiales volcanoclásticos de tipo andesítico.

En relación al componente biótico, se indica que el área se encuentra intervenida antropogenicamente, aunque hay parches de bosque, y que la fauna encontrada (mamíferos menores) responde a la presión de cacería de subsistencia que aún se reporta en el área. Las ranas de los géneros *Ptychohyala* y *Plectrohyla* encontradas, pueden ser utilizadas como bioindicadoras debido al grado de endemismo y especificidad de hábitat, ya que son consideradas sensibles a los cambios ambientales que puedan ocurrir.

En el componente socioeconómico, las comunidades en el área de influencia del proyecto son socialmente sensibles y vulnerables por su precariedad en cuanto a servicios básicos, fuentes de empleo, entre otras, las cuales han sido descritas en los incisos 10.1, 10.2, así como por la presencia del manejo inadecuado de sus recursos naturales, y el bajo nivel de organización para enfrentar dichas carencias y malas prácticas. En el municipio de San Rafael Las Flores, el nivel de pobreza general es de 50.8 por ciento y 7.1 por ciento de pobreza extrema. No se vislumbra una solución fácil al problema de la pobreza en este municipio, porque sus habitantes son, en su mayoría, agricultores de subsistencia, viviendo en comunidades aisladas que carecen de servicios sociales. La baja productividad se debe al sistema de tenencia de tierra, la erosión de los suelos, el alto costo de los insumos agrícolas y la falta de formación técnica de los agricultores.

En el municipio de San Rafael Las Flores se han realizado actividades de exploración superficial desde el año 2007 y a través de la Unidad de Relaciones Comunitarias del Departamento de Desarrollo Sostenible de la Empresa, se ha venido informando a las autoridades municipales y locales del desarrollo de las mismas, y apoyando económicamente en proyectos de desarrollo comunitario. Actualmente la Empresa tiene contratados a 237 trabajadores. A pesar de lo anterior, hay grupos organizados y comunitarios que se oponen a las actividades mineras y no han permitido el diálogo.

15.1 Pronóstico de la Calidad Ambiental del Área de Influencia

Las actividades del proyecto se llevarán a cabo dentro de los terrenos adquiridos por la empresa (262.13 hectáreas), dentro de los cuales se intervendrán 115 hectáreas, y de estas 46.50 corresponden directamente a sitios de construcción de instalaciones y facilidades (huella ambiental).

Las diferentes etapas del proyecto se realizarán a lo largo de 22 años ya que el período de construcción durará alrededor de 1 año, la operación para la extracción y procesamiento mineral, conforme a las reservas de mineral y la tasa de producción programada, durará 18 años y se contemplan 3 años de cierre técnico ambiental.

El Proyecto ha sido diseñado para disminuir los impactos ambientales potenciales negativos de mediano y largo plazo. Es importante indicar que de las 46.50 hectáreas de construcción de instalaciones, casi la mitad, 21.5 hectáreas, serán dedicadas a la construcción del depósito de colas. El depósito de colas se construirá gradualmente a lo largo de los 18 años de producción.

Se ha diseñado el proyecto con el concepto de “diseño para el cierre”, que es un concepto de la minería moderna. Según este concepto, todo proyecto minero responsable debe ser diseñado con miras al cierre técnico ambiental, teniendo en cuenta desde el inicio la finalidad última del sitio. El “diseño para el cierre” tiene como objeto minimizar la huella ambiental de la mina y facilitar el proceso de recuperación ambiental.

El cierre técnico contempla que área del proyecto deberá ser dedicada a usos productivos, recreativos y/o de conservación. Es importante tener este objetivo claro desde el diseño, porque el proceso de recuperación empezará desde el primer año de la construcción. Esta técnica, denominada recuperación ambiental concurrente,

permitirá ir recuperando áreas desde el primer año de la construcción y a lo largo de toda la operación. Esto distribuirá los costos del proceso de recuperación a lo largo del tiempo que durará el Proyecto y permitirá también un monitoreo más eficaz del proceso de recuperación, incluyendo la restitución de los suelos y la revegetación.

Los beneficios para el medio ambiente y para el proyecto y los objetivos del “diseño para el cierre” fueron ampliamente discutidos en el capítulo 13 en la sección de cierre técnico. En las siguientes secciones se hace un pronóstico del estado del medio ambiente para cuando finalice el Proyecto (año 2034). Aun cuando los tres componentes ambientales están interrelacionados y los efectos en un componente afectan los otros, para fines de orden, este pronóstico se subdividió en: Ambiente Abiótico; Ambiente Biótico; y, Ambiente Socioeconómico y Cultural.

15.1.1 Ambiente Abiótico

Desde el punto de vista geológico-minero, el impacto más importante será el agotamiento del yacimiento polimetálico. El mineral de rendimiento económico será extraído y procesado y por tratarse de un recurso no renovable, este se agotará. Desde el punto de vista geoquímico, los análisis hasta ahora obtenidos de la roca indican que la misma no tiene potencial de generación de drenaje ácido. Por tal razón no se prevé un problema de este tipo después del cierre de la mina, ni en los túneles, ni en escombreras, o en el depósito de colas.

A nivel geomorfológico, la alteración más importante, de carácter permanente será la construcción del depósito de colas secas. Esta construcción transformará, a lo largo de 18 años, un pequeño valle en una prominencia, con una superficie plana en su parte superior. El depósito modificará el patrón de drenaje local y las direcciones de la escorrentía superficial. Debido a que en este sitio se conducirá un proceso de recuperación concurrente, con una adecuada conducción de la escorrentía y con un proceso de revegetación, no se anticipan modificaciones bruscas en los procesos erosivos una vez concluido el Proyecto.

Durante el proceso de recuperación concurrente, se hará uso del suelo orgánico almacenado en los depósitos de suelos. Debido a su remoción y almacenamiento prolongado, una parte del recurso suelo verá reducida su fertilidad. La fertilidad de estos suelos deberá ser restituida gradualmente mediante prácticas agronómicas. Poco a poco los suelos recuperarán su textura, estructura, su capacidad de retención

de agua, su contenido de materia orgánica y la actividad microbiana esencial para una buena fertilidad. Se anticipa que los suelos tendrán una fertilidad al menos similar, a la que tienen actualmente.

Una vez concluido el proyecto, se detendrá por completo el bombeo de agua subterránea desde los túneles y únicamente se utilizará agua de los pozos. Al detener el bombeo de los túneles, se revertirá el abatimiento en el acuífero inferior y recuperará su nivel inicial, Los dos pozos que se construirán en el acuífero inferior profundo podrán seguir usándose como fuente de agua de buena calidad para usos agrícolas, residenciales, recreativos o forestales. Mediante un adecuado manejo de materiales y desechos sólidos y líquidos, se garantiza que el acuífero superior no será alterado, ni en su calidad ni en la cantidad de agua, por lo que mantendrá sus características actuales.

En relación a la calidad del aire, durante la operación podría haber un deterioro transitorio debido a la emisión de gases provenientes de los motores de combustión pero sobre todo por el polvo, para lo cual se implementarán medidas preventivas (filtros) y de control (regar agua), entre otras, así como que todos los trabajadores cuenten con el equipo de protección adecuado, para que los valores de los parámetros estén por debajo de los valores de la norma OMS y BM. Sin embargo, una vez finalizado el proyecto, la calidad del aire volverá a sus niveles actuales. Todo el proceso de revegetación, reforestación y enriquecimiento forestal contribuirá a la fijación de carbono y a mejorar la calidad del aire.

Un caso similar serán las vibraciones y el ruido. Una vez detenidas las voladuras subterráneas y extraída la maquinaria minera, tanto en equipos estacionarios como móviles, los niveles de sonido y vibraciones regresarán a las condiciones actuales.

Conforme al plan de cierre propuesto en este documento, una vez concluida la extracción minera, los terrenos recuperados se dedicarán a actividades productivas similares a las actuales, con favorables mejoras en cuanto a infraestructura, técnicas productivas, ordenamiento de la producción y de manejo de los recursos como el agua y el suelo. Es decir, el uso principal al que se dedicarán los terrenos, una vez concluida la operación minera, será la producción agrícola estimándose que alrededor de un 50% del terreno será dedicada a esta actividad. En ese sentido, se tiene planificado remover del sitio todas las instalaciones que no sirvan para la agricultura (tritadoras, molinos, planta de proceso, laboratorios, etc.), y se mantendrán aquellas que serán muy útiles en la reactivación de las actividades agrícolas (galpones de

talleres, oficinas, algunas piletas de recolección de escorrentía, pozo de agua, tanques de agua, caminos de acceso, etc.) Los túneles y galerías subterráneas serán cerrados y sellados conforme a lo indicado en el plan de cierre, lo que evitará el acceso de personas y animales a estos sitios.

Aun cuando la mayor parte de las actividades agrícolas se retomarán al final del proyecto, durante la vida de la mina y conforme se vayan recuperando áreas de manera concurrente, se realizarán ensayos de producción agrícola, lo cual permitirá valorar diferentes productos y técnicas de producción.

15.1.2 Ambiente Biótico

Durante la recuperación concurrente, la revegetación, el enriquecimiento forestal y el ordenamiento de la propiedad de la empresa, se mejorarán las condiciones del hábitat de la vida silvestre. Como medida compensatoria, se estima que un 20% del área será dedicada a la reforestación y un porcentaje similar será dedicado a la conservación. Durante la reforestación y el enriquecimiento forestal se dará prioridad a las especies locales sobre todo a las que aporten alimento para la fauna silvestre. Lo anterior mejorará significativamente el estado de la flora y la fauna a través de la mejora del hábitat.

Por otra parte, la educación ambiental de los trabajadores y vecinos, incidirá de manera positiva en la protección de la flora y la fauna local. La educación junto con una mejora en las condiciones socioeconómicas generales disminuirán las actividades depredadoras humanas. Por otra parte, debido a que en los terrenos del proyecto no existen importantes cuerpos de agua permanentes, habrá muy poco impacto sobre las condiciones del ecosistema acuático. Se anticipa que el ecosistema acuático se mantendrá igual que en este momento.

Por lo antes expuesto, luego del cierre del Proyecto se anticipa un efecto positivo en el hábitat silvestre y por ende en la biodiversidad de la zona.

15.1.3 Ambiente Socioeconómico y Cultural

Durante la etapa de construcción y operación del proyecto el paisaje y el uso del suelo será modificado cambiando del estado actual (agrícola principalmente) hacia

Industrial ya que la visual predominante dentro de las 115 has señaladas será muy parecido a un complejo industrial predominado las estructuras tipo bodega, Como se menciona en la identificación y valoración de impactos, esta situación será temporal y reversible en su mayoría. Una parte de las instalaciones (alrededor de un 10% del sitio), sobre todo el sector de viviendas se mantendrá y podrá ser usado para habitaciones individuales o como un pequeño hotel. Igualmente, se mantendrá la guardería, las instalaciones de la clínica médica, el comedor, los sistemas de tratamiento séptico y el sistema de hidrantes. Aún está en consideración la responsabilidad de la administración de estos bienes, para lo cual se debe eventualmente contar con la opinión de la comunidad. De ser aprovechadas correctamente las citadas instalaciones, contribuirán a mejorar el estado socioeconómico de la localidad.

En el área de proyecto existe un sitio arqueológico de importancia denominado San Rafael Las Flores. Desde su diseño, el proyecto contempló la protección de este sitio, e igualmente se protegerá cualquier vestigio relevante de interés cultural o arqueológico que se encuentre a lo largo de los años de la operación. Al final del proyecto, el o los sitios de interés arqueológico, histórico o cultural mantendrán su protección. Parte de la educación ambiental de trabajadores y vecinos irá orientada a la protección de estos recursos. Se anticipan que el Sitio San Rafael Las Flores mantendrá su atractivo como un sitio de interés cultural y de investigación arqueológica.

Como se indicó anteriormente, en la etapa de cierre se removerán la mayor parte de las estructuras e instalaciones y se cerrarán y sellarán los portales y chimeneas. Todos estos sitios serán revegetados por lo que, poco tiempo después del cierre, se confundirán con el paisaje. El único impacto paisajístico que se mantendrá posterior al cierre es el depósito de colas secas pues éste modificará la topografía de manera relevante. Aun así, se contempla que el proceso de revegetación y reforestación de este sitio permitirá en la medida de lo posible, mimetizar e integrar el depósito de colas con el resto del paisaje.

Una vez concluida la operación minera y la etapa de cierre, aspectos tales como la seguridad vial y la circulación vehicular serán similares a las condiciones imperantes en el área en el futuro. No habrá ninguna diferencia con el tráfico normal de un área rural a suburbana del año 2034 en el sitio del proyecto.

Con una inversión inicial del orden de US\$ 326.6 millones, más US\$105 millones de inversión en los siguientes años, y costos anuales de operación estimados en US\$ 70.1 millones, el proyecto abrirá oportunidades laborales directas para 575 personas. Aproximadamente 17.1 millones de dólares anuales se pagaran en salarios en Guatemala. El proyecto generará regalías e impuestos al estado Guatemalteco, incluyendo un promedio de 16.5 millones de dólares y aproximadamente 3 millones de dólares en regalías a la municipalidad y por participación a la asociación de ex propietarios de terrenos. La participación de los ex propietarios de tierras en las utilidades de la mina será equivalente al 0.5% de las ventas.

Se espera que con ese nivel de inversión, salarios e impuestos nacionales y locales pagados, se genere un impulso positivo significativo en la economía local, impulso que se espera se refleje en mejoras en los servicios básicos, en los servicios de emergencia locales, en la infraestructura comunal y en las economías familiares. Cabe esperar que los niveles de pobreza general disminuyan al menos en un 10% (pase del 51% al 41%) y que los niveles de pobreza extrema disminuyan al menos en 2% (pase del 7% al 5%) durante la vida del proyecto,

Existe el riesgo que al final de la vida del proyecto y al disminuir los niveles de contratación y las compras locales en el sitio, se retorne a los niveles de pobreza existentes actualmente. Por tal razón, el impulso económico, al menos el que esté dentro del dominio de la empresa, deberá potenciarse a través de un manejo socialmente sensible y dirigido hacia las necesidades principales de la población vecina. En ese sentido el proyecto deberá aprovecharse como un motor para el desarrollo del área, a través de la generación de nuevos proyectos productivos paralelos a la actividad minera. También deberán generarse opciones de capacitación para los jóvenes y la apertura de oportunidades de buena educación para los niños (que al momento del cierre serán adultos productivos), y la apertura de fuentes de ingreso, estables y sostenibles, en particular para las mujeres.

Para finalizar, es importante manifestar que el plan de cierre descrito en el capítulo 13, incluyó la opinión de algunos de los vecinos y dueños de terrenos. Sin embargo, si a lo largo de los años, la comunidades cercanas plantean nuevas alternativas de uso, estas podrán ser contempladas e incluidas en el proceso de cierre, siempre y cuando estas no desmejoren las condiciones ambientales y sociales del sitio, sean sostenibles a largo plazo y no representen erogaciones económicas significativamente diferentes a las contempladas durante el diseño del proyecto.

15.2 Síntesis de Compromisos Ambientales, Medidas de Mitigación y de Contingencia

El estudio de EIA se concibe como una herramienta de trabajo, de aplicación práctica, que permite ayudar al éxito del desarrollo del proyecto. A efecto de resumir las medidas generales de mitigación, se recomienda que conscientemente se lleve a cabo, por la empresa Minera San Rafael, lo siguiente:

- i) La correcta implementación de las medidas de mitigación propuestas en el presente estudio, con el objetivo de prevenir, corregir, mitigar, compensar y rehabilitar los impactos ambientales negativos previstos en el desarrollo del proyecto.
- ii) Implementar todas las medidas de seguridad industrial y de salud humana propuestas, que contribuyan a evitar y/o minimizar los riesgos implícitos en las actividades de construcción y funcionamiento del proyecto, que incluye trabajos bajo tierra.
- iii) Cumplir con las normas internas de la empresa, y las regulaciones nacionales e internacionales relacionadas, y así evitar impactos adversos irremediables a cualquiera de los componentes del entorno ambiental.

Si como resultado del programa de monitoreo se constata que existen medidas que no están cumpliendo su cometido o bien, en realidad no son necesarias de aplicar, el PGA deberá ser lo suficientemente flexible como para indicar claramente las nuevas acciones a tomar y los parámetros ambientales que se tomarán de referencia, con la finalidad de que efectivamente se minimicen los impactos negativos al medio ambiente.

A continuación se hace una síntesis de los compromisos ambientales que estará asumiendo la Empresa.

Etapas: Construcción, Explotación y Procesamiento del Mineral y, Cierre Técnico		
Medio	Impacto	Responsable
Calidad del Aire	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los motores de la maquinaria y equipo de construcción recibirán mantenimiento adecuado y oportuno para maximizar la eficiencia de la combustión y minimizar las emisiones al ambiente de gases contaminantes. Llevar un control del mantenimiento preventivo del equipo y contar con registros de esta actividad; • Se utilizará el riego de agua al suelo para evitar la dispersión de polvo. Se estima que la utilización de agua por si sola deberá ser suficiente. Llevar un control diario de esta actividad; • Humedecer los agregados, así como tapar los agregados finos que se almacenen; • Cuando el polvo se vuelva un inconveniente o un peligro para la salud, los trabajadores utilizarán mascarillas faciales; • Se evitará la exposición de los empleados a la inhalación, ingestión, absorción cutánea o por contacto, de cualquier gas, vapor, humo, polvo o vahos que excedan los niveles de seguridad; • No se quemará ningún residuo sólido; y, • Continuar el monitoreo de calidad del aire en los sitios de línea base y en las áreas de trabajo. 	Minera San Rafael
Ruido y vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar a cabo el mantenimiento preventivo del equipo para evitar ruidos por partes flojas, desgastadas o deterioradas; Llevar registros de los mantenimientos; • Proporcionar a los trabajadores que estén expuestos al ruido de generadores, compresores u otra maquinaria pesada, protectores auditivos adecuados al nivel de ruido y a los períodos de exposición; • Llevar registros de las vibraciones en los mismos sitios medidos durante el presente estudio de EIA, y compararlos con los valores de la norma, dependiendo de los resultados tomar las medidas pertinentes; y, • Evaluar el estado de las casas en las comunidades más cercanas al proyecto. 	Minera San Rafael
Suelo y subsuelo	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar en la época seca o en períodos de menor lluvia, si es factible, la construcción de las instalaciones y facilidades con la finalidad de minimizar el transporte de sedimentos a la quebrada El Escobal y al río El Dorado; • El material extraído y procesado deberá ser dispuesto en forma adecuada en el sitio de colas; • Implementar medidas de control de la erosión y transporte de sedimentos; y, • Tomar muestras del material extraído de los túneles y determinar su potencial generador de acidez, de salir positivo estos deberán ser confinados. 	Minera San Rafael
Agua superficial y subterránea	<ul style="list-style-type: none"> • Las medidas de control de la erosión y transporte de sedimentos indicadas en el párrafo anterior, prevendrán el deterioro de la calidad del agua; • Construir las piletas de retención de desagües de la escorrentía del área impactada por las instalaciones del proceso y del sitio de colas; • Determinar la calidad del agua en la pileta de cumplimiento ambiental y si cumple la normativa nacional e internacional, se podría descargar al río El Dorado; • Monitorear los pozos de observación para determinar los cambios en los niveles freáticos y determinar la calidad del agua subterránea; 	Minera San Rafael

Etapas: Construcción, Explotación y Procesamiento y, Cierre Técnico		
Medio	Impacto	Responsable
Agua superficial y subterránea	<ul style="list-style-type: none"> • Medir el caudal de agua bombeado de los pozos a construir para abastecer de agua al proyecto y su calidad, así como el agua de desagüe de la mina; • Construir, operar y dar mantenimiento a las 2 plantas de tratamiento de aguas residuales del proceso y a la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas; • Prevenir y controlar los derrames de residuos de hidrocarburos; • Prohibir terminantemente el vertido de residuos sólidos o líquidos; y, • Continuar con el monitoreo de la calidad del agua en los sitios de la línea base. 	Minera San Rafael
Flora, Fauna y Biotopos terrestres y acuáticos	<ul style="list-style-type: none"> • La capa superficial del suelo se almacenará en montículos para ser utilizada en la revegetación de las áreas de depósito; • Minimizar el corte de árboles en todas los sitios que se intervengan; • Reforestar, revegetar, facilitar la regeneración natural y conservar los árboles, para compensar el corte de árboles que se hará; • Revegetar el área de depósito de colas y todas las intervenidas en el cierre técnico; • Realizar el estudio de cambio de uso del suelo de todas las áreas a intervenir y presentarlo al INAB, para obtener su autorización; • Prohibir la caza o colecta de animales silvestres y hacer leña; y, • Continuar con el monitoreo realizado, semestralmente. 	Minera San Rafael
Paisaje y Visual	<ul style="list-style-type: none"> • Remodelar la topografía alterada del sitio de colas de manera que se ajuste a su forma natural; y, • Realizar plantación de árboles y arbustos con especies nativas que actúen como pantallas visuales. 	Minera San Rafael
Patrimonio cultural	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar el plan de manejo y conservación del sitio San Rafael Las Flores. 	Minera San Rafael
Salud Humana y Seguridad Industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar el Plan de Seguridad Humana e Industrial y el Plan de Contingencia, ejecutarlo e impartir charlas diarias y semanales, velando por su estricto cumplimiento; • Llevar registros de los programas de los planes, incluyendo de las condiciones ambientales dentro de los túneles; y, • Evaluar anualmente los Planes. 	Minera San Rafael
Socioeconómico	<ul style="list-style-type: none"> • Contratar de preferencia a personas de las comunidades vecinas al proyecto de acuerdo a sus capacidades y al perfil del trabajo; • Exigir a los trabajadores que respeten a los comunitarios, especialmente a las mujeres; • Implementar el Plan de Participación Pública. El Plan incluirá la información permanente a las autoridades municipales y locales del cumplimiento del PGA, así como continuar apoyando a la Municipalidad de San Rafael Las Flores y las comunidades vecinas en los proyectos de desarrollo comunitario; • Realizar una auditoría anual que evalué la eficiencia y eficacia del PGA y del Plan de Participación Pública. Elaborar informes trimestrales del monitoreo de los distintos programas. 	Minera San Rafael

15.3 Política Ambiental del Proyecto

Minera San Rafael tiene, entre sus políticas empresariales, el cuidado de los recursos naturales y el ambiente. Por lo que la conservación de los recursos naturales dentro de la propiedad de la empresa se considera como parte de la política ambiental. También forma parte de la política de la empresa el cumplimiento de la reglamentación existente en el país sobre el ambiente, recursos hídricos superficiales y subterráneos, el bosque, la fauna y flora, los vestigios arqueológicos y, la salud de los trabajadores.

La política de la empresa incluye el respeto a las autoridades locales a través de una fluida y permanente comunicación de los avances del desarrollo del proyecto desde sus inicios, lo cual continuará llevándose a cabo. Como parte de la responsabilidad social de la empresa se continuará apoyando a la Municipalidad de San Rafael Las Flores, en los proyectos priorizados por las comunidades vecinas al proyecto.

POLÍTICA DE AMBIENTAL Y SUSTENTABILIDAD

Minera San Rafael S. A., está comprometida con la protección de la vida, la salud y el medio ambiente para las generaciones presentes y futuras.

Concentraremos nuestros recursos para obtener ganancias para los accionistas en todas nuestras operaciones sin descuidar nuestro compromiso con el desarrollo sustentable.

Respetaremos las necesidades y la cultura de las comunidades locales.

Todos los empleados son responsables de incorporar en su planeación y trabajo, las acciones necesarias para cumplir con este compromiso.

Para cumplir con nuestras responsabilidades, Minera San Rafael S. A., proporcionara a sus empleados los recursos necesarios para:

- ✓ Diseñar, construir, operar y cerrar nuestras instalaciones acatando las normas y leyes locales aplicables y satisfacer las directrices internacionales.
- ✓ Promover el compromiso y responsabilidad de los empleados con esta política e incrementar sus capacidades para su implementación por medio del uso de sistemas de administración integrados.
- ✓ Promover el desarrollo e implementación de sistemas realistas efectivos, para minimizar los riesgos a la salud, la seguridad y el medio ambiente.
- ✓ Ser pro-activos en los programas de desarrollo comunitario.
- ✓ Comunicar abiertamente a los empleados, las comunidades y la Municipalidad de San Rafael Las Flores, nuestros planes, programas y desempeño.
- ✓ Trabajar en cooperación con agencias gubernamentales, comunidades locales, instituciones educativas y proveedores para llevar a cabo un manejo, uso y disposición segura de todos nuestros materiales, recursos y productos.
- ✓ Usar las mejores tecnologías para optimizar continuamente el uso seguro y eficiente de recursos, procesamientos y materiales.

16. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASESORÍA MANUEL BASTERRECHEA ASOCIADOS, S. A. 2000. Desastres Naturales y Zonas de Riesgo en Guatemala. Elaborado para UNEPAR-UNICEF.

-----, 2010. Estudio de evaluación de impacto ambiental del Proyecto Túneles de exploración minera. Minera San Rafael, S. A.

CONRED. 1999. Volante informativo. Comisión Nacional para la Reducción de Desastres.

CTA. 2009. Informe Inspección Arqueológica, Proyecto Minero El Escobal. Guatemala. Consultoría y Tecnología Ambiental, S. A.

-----, 2010. Informe Inspección Arqueológica, Proyecto Minero El Escobal. Guatemala.

DEMOPRE. s.f. Archivo de Sitios. Guatemala: Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural. Departamento de Monumentos Prehispánicos

ESPINOZA et. al. 1976. Mapa modificado de Intensidad de Mercalli en Guatemala del evento principal.

ICHON, A. Y RITA GRIGNON. 1991. Informe de un Recorrido Arqueológico en el Oriente de Guatemala. Guatemala.

IGN. 1977 Mapa Geológico del Departamento de Guatemala. Escala 1:50,000. Instituto Geográfico Nacional.

-----, 1975. Mapa Climatológico de la república de Guatemala según el sistema Thornthwaite. Instituto Geográfico Nacional.

-----, 1991. Mapa Arqueológico de la Republica de Guatemala. Instituto Geográfico Nacional.

-----, 1982. Mapa de zonas de vida. Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas. Instituto Geográfico Nacional, Guatemala.

INSIVUMEH-NORSAR. s/f. Mapa de Isoaceleraciones. Modificado de E. Molina et. al. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. Guatemala.

MARN. 2003. Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental, Acuerdo Gubernativo 23-2003 del 27 de enero 2003. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales.

MINISTERIO DE CULTURA Y DEPORTES. 2009. Acuerdo Ministerial 4-2009. Reglamento para Desarrollar Trabajos de Investigación Arqueológica y Disciplinas Afines. Guatemala.

MONTUFAR CH., J. L. s/f. Mapa de ubicación de Áreas Protegidas. SIG-CONAP.

PAFG. 1990. Mapa de capacidad productiva de la tierra. Plan de Acción Forestal de Guatemala.

SEGEPLAN-INAFOR-IGN. s/f. Mapa de uso de la tierra. Secretaría de Planificación Económica-Instituto Nacional Forestal-Instituto Geográfico Nacional. Guatemala.

SHARER, ROBERT J. 1994. The Ancient Maya. Fifth Edition. Stanford: Stanford University Press.

SIMMONS, TARANO Y PINTO. 1959. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Ministerio de Agricultura. Ed. José de Pineda Ibarra, Ministerio de Educación.

SHOOK, EDWIN M. s.f. Archivo de Sitios. Guatemala: Universidad del Valle.

17. ANEXOS

- Anexo 1: Documentos Legales de la empresa propietaria del proyecto
- Anexo 2: Acta Notarial de compromiso ambiental
- Anexo 3: Documentos legalizados de la Empresa que realiza el EIA
- Anexo 4: Planos del Proyecto
- Anexo 5: Plan de manejo de aprovechamiento forestal, Ing. Agr. Rigoberto Carrillo
- Anexo 6: Plan para el manejo de aguas superficiales, Ing. Julio Masis, M3 Engineering
- Anexo 7: Análisis geotécnico, Geocimsa
- Anexo 8: Análisis físico químico de colas
- Anexo 9: Evaluación geotécnica preliminar proyecto Escobal, Pakalnis y Asociados
- Anexo 10: Propuestas de la empresa Ambioconsult para el sistema de tratamiento de las aguas residuales domésticas
- Anexo 11: Memoria del cálculo del sistema de abastecimiento de agua potable, y drenajes pluvial y sanitario, Ing. Mario Hernández
- Anexo 12: Hojas de seguridad de productos químicos
- Anexo 13: Estudio hidrogeológico, Global Resources Engineering
- Anexo 14: Datos recolectados a la fecha y acreditación del laboratorio que realizó los análisis de calidad del agua, aire y niveles de sonido
- Anexo 15: Estudio del tránsito promedio diario en el tramo de la RD-3, Ing. Edgar de León
- Anexo 16: Constancias de participación pública
- Anexo 17: Estimación inicial de vibraciones inducidas por detonaciones, Geo Ciencia Aplicada
- Anexo 18: Aforos realizados en río cercanos al proyecto, Soluciones Analíticas

ANEXOS

