

**Desarrollador:** Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

# Estudio de Impacto Ambiental **Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano (PVAAM)**

Expediente N°: D1-20590-2017-SETENA

**Provincias:** Cartago y San José.  
**Cantones:** Paraíso, Cartago, El Guarco,  
Desamparados y Curridabat.

## **Declaratoria de Impacto Ambiental**

Estudio elaborado por el ICE  
Setiembre 2018



INSTITUTO COSTARRICENSE DE  
ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

## Índice de Contenido del Capítulo 2 / Declaratoria de Impacto Ambiental

1. Introducción .....	18
1.1. Información sobre el equipo profesional que elaboró la EIA .....	20
1.1.1. Equipo de autores principales (incluye los especialistas solicitados por SETENA) .....	20
1.1.2. Otros colaboradores.....	22
2. Resumen del proyecto.....	23
2.1. Componente N°1: Obras de Captación.....	23
2.2. Componente N°2: Tramo acueducto a Planta Potabilizadora .....	23
2.3. Componente N°3: Planta Potabilizadora.....	23
2.4. Componente N°4: Tuberías de distribución .....	23
2.5. Escombreras.....	23
3. Ubicación del proyecto .....	25
3.1. Ubicación Geográfica .....	25
3.2. Ubicación Político-Administrativa .....	25
4. Áreas de Influencia.....	28
4.1. Área de Proyecto (AP).....	28
4.2. Área de Influencia Biofísica & Social.....	28
4.2.1. Área de Influencia Directa (AID) .....	28
4.2.2. Área de Influencia Indirecta (AII) .....	28
4.2.3. Área de Influencia Total (AI) .....	28
5. Fases de Desarrollo .....	30
5.1. Fase de Construcción.....	30
5.1.1. Principales actividades a llevar a cabo.....	30
5.1.2. Tiempo de ejecución .....	30
5.1.3. Infraestructura a desarrollar.....	31
5.1.3.1. Componente N°1: Obras de captación .....	31
5.1.3.2. Componente N°2: Tramo acueducto a Planta Potabilizadora .....	31
5.1.3.3. Componente N°3: Planta Potabilizadora .....	32
5.1.3.4. Componente N°4: Tuberías de distribución .....	32
5.1.3.5. Escombreras .....	33
5.1.4. Equipo y materiales a utilizar .....	33
5.1.5. Rutas de movilización de equipo .....	33
5.1.6. Frecuencia de movilización.....	33
5.1.7. Necesidades de recursos para la Fase de Construcción.....	34
5.1.8. Gestión de residuos & de sustancias peligrosas: Fase de Construcción .....	34
5.2. Fase de Operación .....	35
5.2.1. Principales actividades a llevar a cabo.....	35

5.2.1.1. Conducción desde el Desarenador hasta la Planta Potabilizadora.....	35
5.2.1.2. Planta Potabilizadora .....	35
5.2.1.3. Tuberías principales de distribución.....	35
5.2.2. Tiempo de ejecución .....	35
5.2.3. Flujograma de actividades .....	36
5.2.4. Equipo y materiales a utilizar .....	36
5.2.5. Rutas de movilización de equipo .....	36
5.2.6. Frecuencia de movilización.....	36
5.2.7. Necesidades de recursos para la Fase de Operación .....	37
5.2.8. Gestión de residuos & de sustancias peligrosas: Fase de Operación.....	38
6. Normativa legal aplicable .....	39
7. Descripción del Ambiente Físico.....	40
7.1. Geología.....	40
7.1.1. Componente 1 (Obras de captación – Desarenador).....	40
7.1.2. Componente 2 (obras subterráneas).....	42
7.1.2.1. Túnel el Llano .....	42
7.1.2.2. Túnel Tejar .....	44
7.1.2.3. Túnel Lajas .....	45
7.1.3. Componente 2 (Tuberías de conducción) .....	46
7.1.3.1. Sector 3: Tramo entre túnel El Llano y el túnel Tejar .....	46
7.1.3.2. Sector 5: Zona de San Isidro y El Tejar del Guarco .....	47
7.1.3.3. Sector 6 Tramo en la zona de Coris de Cartago .....	48
7.1.3.4. Sector 7 Tramo en la zona de Coris de Cartago .....	49
7.1.4. Componente 3 (Planta Potabilizadora).....	49
7.1.5. Componente 4 (Tuberías de distribución) .....	50
7.1.6. Escombreras .....	51
7.1.6.1. Escombrera Piedra Grande.....	51
7.1.6.2. Escombrera Cedral.....	51
7.1.6.3. Escombrera Guatuso .....	51
7.1.6.4. Escombrera Coris.....	52
7.1.6.5. Escombrera Damas.....	52
7.1.6.6. Escombrera Jorco .....	52
7.2. Geomorfología .....	53
7.2.1. Pendientes .....	53
7.2.2. Unidades Geomorfológicas.....	53
7.2.3. Modelado Multifacético .....	53
7.2.4. Modelado Multiconvexo .....	54
7.2.5. Modelado agradacional.....	54

7.2.5.2. Modelado fluvial.....	57
7.3. Clima.....	60
7.3.1. Caracterización climática.....	60
7.4. Hidrología.....	64
7.4.1. Aguas superficiales.....	64
7.4.1.1. Ubicación y Áreas de Influencia Directa e Indirecta.....	64
7.4.1.2. Caudales promedio diarios.....	69
7.4.1.3. Caudales máximos.....	71
7.4.1.4. Caudales mínimos.....	74
7.4.1.5. Cotas de inundación.....	76
7.4.1.6. Calidad del agua.....	76
7.4.2. Aguas subterráneas.....	80
7.4.2.1. Componente 1 (Desarenador).....	80
7.4.2.2. Componente 2 (Obras Subterráneas).....	80
7.4.2.3. Componente 2 (Tuberías de conducción).....	81
7.4.2.4. Componente 3 Planta potabilizadora.....	81
7.4.2.5. Componente 4.....	81
7.5. Calidad del Aire.....	82
7.5.1. Ruido.....	82
7.5.2. Vibraciones.....	90
7.5.3. Olores.....	90
7.5.4. Gases.....	90
7.6. Amenazas naturales.....	98
7.6.1. Amenaza sísmica.....	98
7.6.2. Fallas Geológicas Activas.....	98
7.6.3. Amenaza volcánica.....	99
7.6.4. Inundaciones.....	99
7.6.5. Licuefacción, subsidencias y hundimientos.....	99
7.6.6. Deslizamientos y erosión.....	99
8. Descripción del Ambiente Biológico.....	100
8.1. Introducción.....	100
8.2. Ambiente terrestre.....	100
8.2.1. Estatus de protección del AP.....	100
8.2.1.1. Áreas de Conservación presentes en el AP.....	101
8.2.1.2. Caracterización por Áreas Silvestres Protegidas (ASP).....	101
8.2.1.3. Corredores biológicos.....	105
8.2.1.4. Áreas de Protección y terrenos Clase VIII.....	106
8.2.1.5. Pago por Servicios Ambientales (PSA).....	107



8.2.2. Zonas de vida (ZV).....	108
8.2.3. Asociaciones naturales presentes (ecosistemas) .....	108
8.2.3.2. Ecosistema Natural .....	109
8.2.3.3. Ecosistema Seminatural.....	109
8.2.3.4. Ecosistema Cultural.....	109
8.2.4. Cobertura vegetal actual por asociación natural .....	110
8.2.4.2. Cobertura bosque.....	111
8.2.4.3. Cobertura matorral arbolado .....	112
8.2.4.4. Cobertura herbazal arbolado.....	112
8.2.4.5. Cobertura plantación forestal .....	113
8.2.5. Especies indicadoras por ecosistema natural .....	114
8.2.5.1. Especies de flora .....	114
8.2.5.2. Especies de fauna silvestre.....	115
8.2.5.3. Especies de fauna silvestre como indicadoras de ecosistemas.....	116
8.2.6. Especies endémicas, con poblaciones reducidas o en vías de extinción.....	118
8.2.6.1. Especies de flora .....	119
8.2.6.2. Especies de fauna silvestre terrestre .....	119
8.2.7. Fragilidad de ecosistemas .....	120
8.2.7.1. Ecosistema natural .....	120
8.2.7.2. Ecosistema seminatural .....	121
8.2.7.3. Ecosistema cultural .....	122
8.3. Ambiente acuático (aguas continentales) .....	123
8.3.1. Fauna acuática.....	123
8.3.2. Distribución, riqueza y abundancia de la fauna acuática .....	124
8.3.3. Distribución y riqueza y abundancia de fauna silvestre terrestre asociada al bosque de ribera .....	126
8.3.4. Flora silvestre acuática .....	127
8.3.5. Caracterización del ecosistema ripario.....	127
8.3.5.1. Caracterización según la distribución de la cobertura vegetal .....	128
8.3.5.2. Caracterización según Índices de calidad .....	128
8.3.6. Especies indicadoras .....	129
8.3.6.1. Especies de fauna silvestre terrestre asociadas al ecosistema acuático.....	129
8.3.6.2. Especies de fauna y flora silvestre acuática .....	130
8.3.6.3. Especies endémicas, con poblaciones reducidas o en vías de extinción .....	130
8.3.7. Fragilidad del ambiente acuático continental .....	131
8.3.7.1. Área Boscosa (AB) y Área Urbano Rural (AUR).....	131
8.3.7.2. Área Agroindustrial (AA) y Área Urbana (AU).....	131
9. Descripción del Ambiente Socioeconómico .....	133

9.1. Uso actual de la tierra en sitios aledaños.....	133
9.2. Tenencia de la tierra en sitios aledaños.....	134
9.3. Características de la población .....	135
9.3.1. Introducción.....	135
9.3.2. Aspectos demográficos.....	135
9.3.3. Aspectos culturales y sociales.....	138
9.3.3.1. Aspectos culturales .....	138
9.3.3.2. Breve caracterización de las organizaciones con incidencia en la zona.....	138
9.3.3.3. Análisis de las fuerzas impulsoras y obstructoras del proyecto .....	140
9.3.4. Aspectos económicos .....	142
9.4. Seguridad vial y conflictos actuales de circulación vehicular.....	143
9.5. Servicios de emergencia disponibles .....	148
9.6. Servicios básicos disponibles.....	148
9.7. Percepción local sobre el proyecto y sus posibles impactos.....	150
9.7.1. Estudio Cualitativo .....	150
9.7.2. Estudio Cuantitativo .....	150
9.7.2.1. Introducción .....	150
9.7.2.2. Diseño de la muestra .....	151
9.7.2.3. Resultados.....	151
9.7.2.4. Conclusiones .....	154
9.7.3. Proceso Interactivo de Participación Pública .....	154
9.7.3.1. Introducción .....	154
9.7.3.2. Metodología.....	155
9.7.3.3. Resultados por cantón de la percepción local sobre el proyecto .....	156
9.7.3.4. Conclusiones .....	158
9.8. Infraestructura comunal .....	159
9.9. Sitios arqueológicos.....	161
9.10. Sitios históricos y culturales .....	162
9.11. Paisaje .....	163
9.11.1. Unidades de Paisaje .....	163
9.11.1.1. Unidad Paisajística (UP) del valle de Orosi .....	163
9.11.1.2. Unidad Paisajística (UP) del valle Navarro .....	164
9.11.1.3. Unidad Paisajística (UP) El Tejar.....	165
9.11.1.4. Paisajes Coris.....	165
9.11.1.5. Unidad Paisajística (UP) La Carpintera .....	166
9.11.1.6. Unidad Paisajística (UP) San José .....	166
9.11.2. Inventario de recursos escénicos y paisajísticos.....	167
9.11.3. Percepción local del paisaje .....	167

9.12. Mapa de Áreas Socialmente Sensibles.....	169
10. Diagnóstico Ambiental.....	171
10.1. Acciones de Proyecto potencialmente impactantes.....	171
10.2. Factos Ambientales potencialmente impactables .....	172
10.3. Identificación & Pronóstico de Impactos .....	173
10.4. Impactos Ambientales & Sociales .....	173
10.4.1. Impactos sobre el Ambiente Físico.....	173
10.4.2. Impactos sobre el Ambiente Biológico.....	175
10.4.3. Impactos sobre el Ambiente Socioeconómico.....	176
10.5. Mapa de Susceptibilidad Ambiental Integral versus Componentes del Proyecto .....	180
11. Evaluación de Impactos Ambientales & Medidas Correctivas .....	183
11.1. Valoración Cualitativa de Impactos Ambientales .....	183
11.1.2. Valoración de impactos sobre el Ambiente Físico.....	183
11.1.3. Valoración de impactos sobre el Ambiente Biológico.....	186
11.1.4. Valoración de impactos sobre el Ambiente Socioeconómico.....	188
11.1.5. Resumen del balance de resultados .....	193
11.2. Valoración cualitativa de Acciones Impactantes y Factores Ambientales .....	195
11.2.1. Actividades de proyecto más impactantes .....	195
11.2.1.1. Fase de Construcción .....	195
11.2.1.2. Fase de Operación.....	196
11.2.2. Factores ambientales más impactados .....	197
11.2.2.1. Fase de Construcción .....	197
11.2.2.2. Fase de Operación.....	198
11.2.2.3. Ciclo de vida del proyecto .....	199
11.3. Medidas Correctoras de Impactos.....	200
11.3.1. Resumen de las Medidas Correctoras propuestas .....	200
11.3.1.1. Medidas correctoras de impactos identificados sobre factores del Ambiente Físico .....	200
11.3.1.2. Medidas correctoras de impactos identificados sobre factores del Ambiente Biológico .....	205
11.3.1.3. Medidas correctoras de impactos identificados sobre factores del Ambiente Socioeconómico .....	209
12. Plan de Gestión Ambiental (PGA).....	214
12.1. Propósito.....	214
12.2. Alcance .....	214
12.3. Objetivo general.....	214
12.4. Objetivos específicos.....	214
12.5. Esquema organizacional básico propuesto para implementar el PGA.....	215

12.6. Resumen del Plan de Gestión Ambiental (PGA): Gestión de los impactos sobre el Ambiente Físico. ....	220
12.7. Resumen del Plan de Gestión Ambiental (PGA): Gestión de los impactos sobre el Ambiente Biológico. ....	234
12.8. Resumen del Plan de Gestión Ambiental (PGA): Gestión de los impactos sobre el Ambiente Socioeconómico. ....	246
13. Evaluación del Riesgo Ambiental.....	257
13.1. Riesgos identificados.....	257
13.1.1. Riesgos derivados de Amenazas Naturales.....	257
13.1.2. Riesgos derivados de Amenazas Industriales.....	263
13.1.3. Riesgos derivados de Amenazas Tecnológicas.....	267
13.2. Planes de Contingencia.....	271
13.2.1. Planes de acción para la gestión de los distintos tipos de riesgos identificados. ....	271
14. Análisis Financiero y Económico .....	291
15. Calidad Ambiental .....	293
15.1. Pronóstico de la calidad ambiental del Área de Influencia Biofísica & Social (Directa e Indirecta). ....	293
15.2. Cambios previstos sobre los principales factores ambientales a ser impactados.....	295
15.2.1. Suelo y macizo rocoso.....	295
15.2.2. Geomorfología y paisaje .....	295
15.2.3. Recurso hídrico .....	296
15.2.3.1. Agua subterránea.....	296
15.2.3.2. Agua superficial y ecosistemas acuáticos .....	296
15.2.3.3. Uso social del agua.....	296
15.2.4. Aire .....	296
15.2.5. Ecosistemas terrestres (flora y fauna silvestres).....	297
15.2.6. Tenencia de la tierra y actividades económicas de los pobladores del AI.....	297
15.2.7. Uso del suelo.....	297
15.2.8. Empleo, vivienda y organización comunal en el AI .....	298
15.2.9. Determinantes ambientales de la salud de los pobladores del AI .....	298
15.2.10. Seguridad y dinámica e infraestructura vial.....	298
15.2.11. Infraestructura pública, actividades recreativas y centros educativos .....	298
15.2.12. Sitios arqueológicos.....	299
16. Monto Global de la Inversión.....	300
16.1. Compra de terrenos.....	300
16.2. Construcción de instalaciones.....	300
16.3. Caminos de acceso .....	300
16.4. Obras de electrificación, agua potable e industrial .....	300
16.5. Compra de Maquinaria & Equipo .....	300

16.6. Mano de Obra.....	300
16.6.1. Personal calificado.....	300
16.6.2. Personal no calificado.....	301
16.7. Valor de rescate del proyecto.....	301
16.8. Vida útil del proyecto.....	301
17. Referencias bibliográficas.....	302
18. Anexos.....	304

## Índice de cuadros del Capítulo 2 / Declaratoria de Impacto Ambiental

<b>Cuadro.5.1.1.</b> Detalles generales de las obras subterráneas del proyecto.....	31
<b>Cuadro.5.1.2.</b> Sectorización de los tramos de tuberías de conducción y sus principales características.....	32
<b>Cuadro.5.1.3.</b> Sectorización de los tramos de tuberías de distribución y sus principales características.....	32
<b>Cuadro.5.2.1.</b> Proyección del requerimiento de vertido de agua al sistema de alcantarillado durante la Fase de Operación del Acueducto.....	37
<b>Cuadro.5.2.2.</b> Requerimiento total de mano de obra durante la Fase Operativa del acueducto. ....	38
<b>Cuadro.7.3.1.</b> Humedad Relativa (%) mensual de la estación meteorológica 73126 Terrena de Guatuso localizada al este del acueducto metropolitano del AyA.....	62
<b>Cuadro.7.3.2.</b> Patrón de variación mensual de la velocidad promedio y la dirección predominante del viento para la estación 73126 Terrena de Guatuso. Periodo 2003-2017.....	63
<b>Cuadro.7.4.1.</b> Principales propiedades de las estaciones hidrológicas utilizadas .....	64
<b>Cuadro.7.4.2.</b> Detalle del tipo de cruce de río o quebrada por tipo de tubería.....	66
<b>Cuadro.7.4.3.</b> Escombreras a ser construidas .....	68
<b>Cuadro.7.4.4.</b> Estaciones de válvulas a ser construidas .....	68
<b>Cuadro.7.4.5.</b> Caudal promedio diario y cuantiles asociados a distintas probabilidades de excedencia en los sitios de obras en cauce.....	69
<b>Cuadro.7.4.6.</b> Caudal promedio diario y cuantiles asociados a distintas probabilidades de excedencia en los puntos de desfogue supuestos para la escorrentía de las escombreras. ....	70
<b>Cuadro.7.4.7.</b> Caudal promedio diario y cuantiles asociados a distintas probabilidades de excedencia en los puntos de desfogue supuestos para la planta potabilizadora. ....	70
<b>Cuadro.7.4.8.</b> Caudal promedio diario y cuantiles asociados a distintas probabilidades de excedencia en los puntos de desfogue supuestos para la escorrentía de los tanques de almacenamiento. ....	70
<b>Cuadro.7.4.9.</b> Caudal promedio diario y cuantiles asociados a distintas probabilidades de excedencia en los puntos de desfogue supuestos para la escorrentía de las estaciones de válvulas.....	71
<b>Cuadro.7.4.10.</b> Coeficientes de escorrentía y cuantiles asociados a distintas probabilidades de excedencia según método racional para las cuencas asociadas a las obras en cauce con áreas menores a 20 km <sup>2</sup> . ....	71
<b>Cuadro.7.4.11.</b> Cuantiles asociados a varias probabilidades de excedencia según el método de traslado área-precipitación del análisis de frecuencia individual para las cuencas asociadas a las obras en cauce con áreas mayores a 20 km <sup>2</sup> . ....	72
<b>Cuadro.7.4.12.</b> Coeficientes de escorrentía y cuantiles asociados a distintas probabilidades de excedencia según método racional para las cuencas asociadas a las escombreras con áreas menores a 20 km <sup>2</sup> .....	72
<b>Cuadro.7.4.13.</b> Cuantiles asociados a distintas probabilidades de excedencia según el método regional para las cuencas asociadas a las escombreras con áreas mayores a 20 km <sup>2</sup> . ....	73
<b>Cuadro.7.4.14.</b> Coeficientes de escorrentía y cuantiles asociados a distintas probabilidades de excedencia según método racional para las cuencas asociadas a la planta potabilizadora ....	73



<b>Cuadro.7.4.15.</b> Coeficientes de escorrentía y cuantiles asociados a distintas probabilidades de excedencia según método racional para las cuencas asociadas a los tanques de almacenamiento .....	73
<b>Cuadro.7.4.16.</b> Coeficientes de escorrentía y cuantiles asociados a varias probabilidades de excedencia según método racional para las cuencas asociadas a las estaciones de válvulas con áreas menores a 20 km <sup>2</sup> . .....	73
<b>Cuadro.7.4.17.</b> Cuantiles asociados a varias probabilidades de excedencia según el método de traslado área-precipitación del análisis de frecuencia individual para las cuencas asociadas a las estaciones de válvulas con áreas mayores a 20 km <sup>2</sup> . .....	74
<b>Cuadro.7.4.18.</b> Caudales mínimo promedio diario de los sitios de interés para distintas probabilidades de no-excedencia para las cuencas asociadas a las obras en cauce.....	74
<b>Cuadro.7.4.19.</b> Caudales mínimo promedio diario de los sitios de interés para distintas probabilidades de no-excedencia para las cuencas asociadas a las escombreras.....	75
<b>Cuadro.7.4.20.</b> Caudales mínimo promedio diario de los sitios de interés para distintas probabilidades de no-excedencia para las cuencas asociadas a la planta potabilizadora.....	75
<b>Cuadro.7.4.21.</b> Caudales mínimo promedio diario de los sitios de interés para distintas probabilidades de no-excedencia para las cuencas asociadas a los tanques de almacenamiento. ....	75
<b>Cuadro.7.4.22.</b> Caudales mínimo promedio diario de los sitios de interés para distintas probabilidades de no-excedencia para las cuencas asociadas a las estaciones de válvulas. .	76
<b>Cuadro.7.4.23.</b> Resultado de la caracterización según índices de calidad Índice de Calidad Físicoquímica (IH: Índice Holandés) e Índice de Calidad Biológica BMWP-CR para los cuerpos de agua (ecosistema acuático) del PVAAM. 2017.....	78
<b>Cuadro.7.5.1.</b> Puntos de monitoreo de ruido .....	82
<b>Cuadro.7.5.2.</b> Niveles de ruido máximos permisibles.....	85
<b>Cuadro.7.5.3.</b> Datos de monitoreo de ruido AID .....	86
<b>Cuadro.7.5.4.</b> Simbología niveles de presión sonora. ....	87
<b>Cuadro.7.5.5.</b> Puntos de monitoreo de inmisiones .....	91
<b>Cuadro.7.5.6.</b> Resultados de monitoreo de inmisiones, muestras 1, 2, 3 y 4. ....	94
<b>Cuadro.7.5.7.</b> Resultados de monitoreo de inmisiones, muestras 5, 6, 7 y 8. ....	94
<b>Cuadro.7.5.8.</b> Resultados de monitoreo de inmisiones, muestras 9, 10, 11 y 12. ....	95
<b>Cuadro.7.5.9.</b> Resultados de monitoreo de inmisiones, muestras 13 y 14. ....	95
<b>Cuadro.8.2.1.</b> Distribución de la superficie abarcada por el AP y AID según la ZP presente en el PVAAM. 2018. ....	101
<b>Cuadro.8.2.2.</b> Distribución del área en la ZPRNRS según el tipo de cobertura vegetal presente en el AP del PVAAM. 2018. ....	102
<b>Cuadro.8.2.3.</b> División político-administrativa de la ZPCC. ....	103
<b>Cuadro.8.2.4.</b> Distribución del área en la ZPCLC según el tipo de cobertura vegetal presente en el AP del PVAAM. 2018. ....	104
<b>Cuadro.8.2.5.</b> Distribución del área y porcentaje de COBRI SURAC según AP y AID del PVAAM. 2018. ....	106
<b>Cuadro.8.2.6.</b> Áreas de protección hídrica asociadas al AP y AID del PVAAM. 2018.....	107

<b>Cuadro.8.2.7.</b> Área y porcentaje de superficie sometida al Sistema de Pago por Servicios Ambientales en el AP y AID del PVAAM. 2018. ....	108
<b>Cuadro.8.2.8.</b> Zonas de Vida presentes en el AI del PVAAM. 2018. ....	108
<b>Cuadro.8.2.9.</b> Superficie de los ecosistemas presentes en el AI del PVAAM. 2018.....	109
<b>Cuadro.8.2.10.</b> Superficie de coberturas vegetales identificadas en el AI del PVAAM. 2018. ....	110
<b>Cuadro.8.2.11.</b> Distribución del número de parcelas, intensidad de muestreo y datos dasométricos generales, según cobertura vegetal estudiada en el PVAAM. 2018.....	111
<b>Cuadro.8.2.12.</b> Índice Valor de Importancia (IVI) para las especies identificadas en el muestreo forestal para las coberturas bosque, herbazal arbolado, matorral arbolado y plantación forestal del PVAAM. 2018.....	114
<b>Cuadro.8.2.13.</b> Presencia de especies de flora silvestre con diferentes grados de amenaza en el AI del PVAAM. ....	119
<b>Cuadro.8.2.14.</b> Distribución taxonómica de la riqueza de fauna silvestre terrestre según su estado de conservación de las poblaciones en el AI del PVAAM.2018. ....	119
<b>Cuadro.8.3.1.</b> Puntos de muestreo agrupados en 46 cuerpos de agua según el AI del PVAAM. 2018. ....	123
<b>Cuadro.8.3.2.</b> Cuadro Resumen de la riqueza de fauna y flora acuática, número de individuos encontrados según el área en Distribución en el AI del PVAAM. 2018.....	124
<b>Cuadro.8.3.3.</b> Distribución de coberturas en AP y AID de las áreas de PVAAM. 2018. ....	128
<b>Cuadro.8.3.4.</b> Resumen de los valores promedio de caracterización de cuerpos de agua presentes en AP, para los índices BMWP-CR, IH y QBR. PVAAM. 2018. ....	129
<b>Cuadro.8.3.5.</b> Especies de fauna terrestre indicadoras del ecosistema bosque de ribera asociado al AI del PVAAM. 2018. ....	129
<b>Cuadro.8.3.6.</b> Resultado general de la caracterización según índices de calidad para los cuerpos de agua (ecosistema acuático) del AI del PVAAM. 2018. ....	131
<b>Cuadro.9.1.1.</b> Área de proyecto: Distribución absoluta de los usos de la tierra por sector....	133
<b>Cuadro.9.3.1.</b> Área de Influencia Directa: Distribución absoluta de la población total por UGM y distrito, 2011. ....	136
<b>Cuadro.9.3.2.</b> Área de influencia directa: distribución relativa de la población económicamente activa total por UGM/distrito y condición de la actividad. ....	143
<b>Cuadro.9.4.1.</b> Área de influencia directa: Vías terrestres por ubicación y tránsito promedio diario(TPD). ....	144
<b>Cuadro.9.7.1.</b> Identificación de poblados para el proceso de participación comunal del EsIA PVAAM según distrito, cantón y provincia. ....	154
<b>Cuadro.9.7.2.</b> Asistencia a eventos según cantón y tipo de evento. ....	156
<b>Cuadro.9.8.1.</b> Área de Influencia Directa: Distribución absoluta de las viviendas por distrito, 2011. ....	159
<b>Cuadro.9.8.2.</b> Infraestructura comunal identificada en área de influencia de proyecto. ....	160
<b>Cuadro.9.11.1.</b> Unidades de Paisaje.....	163
<b>Cuadro.10.1.1.</b> Lista de las actividades de proyecto potencialmente impactantes para cada fase del proyecto. ....	171

<b>Cuadro.10.2.1.</b> Factores del Ambiente Físico susceptibles de ser modificados por los aspectos ambientales de las actividades impactantes.....	172
<b>Cuadro.10.2.2.</b> Factores del Ambiente Biológico susceptibles de ser modificados por los aspectos ambientales de las actividades impactantes. ....	172
<b>Cuadro.10.2.3.</b> Factores del Ambiente Socioeconómico susceptibles de ser modificados por los aspectos ambientales de las actividades impactantes. ....	172
<b>Cuadro.10.4.1.</b> Lista de impactos identificados sobre los factores del Ambiente Físico.....	173
<b>Cuadro.10.4.2.</b> Lista de impactos identificados sobre los factores del Ambiente Biológico...	175
<b>Cuadro.10.4.3.</b> Lista de impactos identificados sobre los factores del Ambiente Socioeconómico. ....	177
<b>Cuadro.10.5.1.</b> Porcentaje de cada componente y su extensión en el AII del proyecto. ....	181
<b>Cuadro.11.1.1.</b> Escala de color para interpretar el Valor de Importancia (I) del impacto y en razón de este, la necesidad o no de aplicación de medidas correctoras. ....	183
<b>Cuadro.11.1.2.</b> Valor de Importancia (I) de los impactos identificados que inciden sobre factores del Ambiente Físico. ....	184
<b>Cuadro.11.1.3.</b> Resumen de la importancia y cantidad total de impactos identificados para el Ambiente Físico, excluyendo los Impactos con valor de Importancia (I) < 25 unidades MIIA.	186
<b>Cuadro.11.1.4.</b> Valor de Importancia (I) de los impactos identificados que inciden sobre factores del Ambiente Biológico. ....	186
<b>Cuadro.11.1.5.</b> Resumen de la importancia y cantidad total de impactos identificados para el Ambiente Biológico, excluyendo los Impactos con valor de Importancia (I) < 25 unidades MIIA. ....	188
<b>Cuadro.11.1.6.</b> Valor de Importancia (I) de los impactos negativos identificados que inciden sobre factores del Ambiente Socioeconómico. ....	189
<b>Cuadro.11.1.7.</b> Valor de Importancia (I) de los impactos positivos identificados que inciden sobre factores del Ambiente Socioeconómico. ....	192
<b>Cuadro.11.1.8.</b> Resumen de la importancia y cantidad total de impactos identificados para el Ambiente Socioeconómico, excluyendo los Impactos con valor de Importancia (I) < 25 unidades MIIA. ....	193
<b>Cuadro.11.1.9.</b> Resumen de la importancia y cantidad total de impactos identificados para el PVAAM, a partir de la evaluación inicial (previo a proponer medidas correctoras). ....	194
<b>Cuadro.11.1.10.</b> Resumen de la importancia y cantidad total de impactos identificados para el PVAAM, excluyendo los Impactos con valor de Importancia (I) < 25 unidades MIIA. ....	194
<b>Cuadro.11.3.1.</b> Síntesis descriptiva de las medidas ambientales propuestas para corregir los impactos Importantes sobre los factores del Ambiente Físico, asociados a la construcción y operación del PVAAM. ....	201
<b>Cuadro.11.3.2.</b> Síntesis descriptiva de las medidas ambientales propuestas para corregir los impactos Importantes sobre los factores del Ambiente Biológico, asociados a la construcción y operación del PVAAM. ....	206
<b>Cuadro.11.3.3.</b> Síntesis descriptiva de las medidas ambientales propuestas para corregir los impactos Importantes sobre los factores del Ambiente Socioeconómico, asociados a la construcción y operación del PVAAM. ....	210
<b>Cuadro.12.5.1.</b> Descripción de las responsabilidades principales definidas para las áreas de gestión que conforman la Unidad de Gestión Ambiental & Social responsable de implementar	

el PGA contenido en el EsIA del “Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano (PVAAM)” .....	216
<b>Cuadro.13.1.1.</b> Descripción de los Riesgos Naturales identificados durante la Fase de Construcción del PVAAM. ....	258
<b>Cuadro.13.1.2.</b> Descripción de los Riesgos Naturales identificados durante la Fase de Operación del PVAAM.....	261
<b>Cuadro.13.1.3.</b> Descripción de los Riesgos Industriales identificados durante la Fase de Construcción.....	264
<b>Cuadro.13.1.4.</b> Descripción de los Riesgos Industriales identificados durante la Fase de Operación. ....	265
<b>Cuadro.13.1.5.</b> Descripción de los Riesgos Industriales identificados durante la Etapa de Cierre de las obras temporales de la Fase de Construcción.....	266
<b>Cuadro.13.1.6.</b> Descripción de los Riesgos Tecnológicos identificados durante la Fase de Construcción.....	268
<b>Cuadro.13.1.7.</b> Descripción de los Riesgos Tecnológicos identificados durante la Fase de Operación. ....	270
<b>Cuadro.13.2.1.</b> Plan de Acción a implementar para gestionar los Riesgos Naturales que podrían presentarse durante la Fase de Construcción del Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano del AyA. ....	272
<b>Cuadro.13.2.2.</b> Plan de Acción a implementar para gestionar los Riesgos Naturales que podrían presentarse durante la Fase de Operación del Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano del AyA. ....	276
<b>Cuadro.13.2.3.</b> Plan de Acción a implementar para gestionar los Riesgos Industriales que podrían presentarse durante la Fase de Construcción y la Fase de Operación del Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano del AyA. ....	280
<b>Cuadro.13.2.4.</b> Plan de Acción a implementar para gestionar los Riesgos Tecnológicos que podrían presentarse durante la Fase de Construcción del Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano del AyA. ....	283
<b>Cuadro.13.2.5.</b> Plan de Acción a implementar para gestionar los Riesgos Tecnológicos que podrían presentarse durante la Fase de Operación del Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano del AyA. ....	289
<b>Cuadro.14.1.1.</b> Indicadores de rentabilidad financiera del proyecto.....	291
<b>Cuadro.14.1.2.</b> Indicadores de rentabilidad social del proyecto .....	291
<b>Cuadro.15.1.1.</b> Resumen del número de impactos y su representatividad porcentual según naturaleza y categorías de significancia. ....	293
<b>Cuadro.15.1.2.</b> Síntesis de la significancia acumulada de los impactos potenciales significativos según factor ambiental. ....	294

## Índice de figuras del Capítulo 2 / Declaratoria de Impacto Ambiental

<b>Figura 2.5.1.</b> Proyecto Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano.....	24
<b>Figura 3.2.1.</b> Mapa de ubicación geográfica del PVAAM, escala 1:90.000.....	26
<b>Figura 3.2.2.</b> Ubicación del Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano según la División Político-Administrativa. ....	27
<b>Figura 4.2.1.</b> Delimitación geográfica del Área de Influencia Directa e Indirecta (integradas) del PVAAM sobre los factores del Ambiente Físico, Biológico y Socioeconómico. ....	29
<b>Figura 7.1.1.</b> Mapa Geológico Regional.....	41
<b>Figura 7.2.1.</b> Detalle geomorfológico de la unidad Modelado Multifacético .....	53
<b>Figura 7.2.2.</b> Modelado multiconvexo, sur ciudad Cartago.....	54
<b>Figura 7.2.3.</b> Depósitos de coluvios en los alrededores del Desarenador. ....	55
<b>Figura 7.2.4.</b> Conos de deyección coalescentes, sector Río Macho.....	55
<b>Figura 7.2.5.</b> Depósitos laháricos, sector Coris. Cartago.....	56
<b>Figura 7.2.6.</b> Sinclinal fallado de la depresión paleo-lacustre Coris .....	56
<b>Figura 7.2.7.</b> Depósitos de avalancha, Loma San Antonio.....	57
<b>Figura 7.2.8.</b> Terrazas fluviales, margen derecha río Navarro. ....	58
<b>Figura 7.2.9.</b> Vista panorámica del valle de fondo plano del río Grande de Orosi.....	58
<b>Figura 7.2.10.</b> Geomorfología del Área de Influencia Indirecta (All) .....	59
<b>Figura 7.3.1.</b> Ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas en el análisis climático de la zona del acueducto metropolitano del AyA.....	60
<b>Figura 7.3.2.</b> Isoyetas medias anuales en mm en la zona del proyecto de ampliación del acueducto metropolitano del AyA.....	61
<b>Figura 7.3.3.</b> Precipitación promedio mensual en mm en las estaciones cercanas al proyecto de ampliación del acueducto metropolitano del AyA .....	62
<b>Figura 7.3.4.</b> Temperaturas promedio mensuales de la estación 73126 Terrena de Guatuso, en °C. Periodo 2003-2017 .....	63
<b>Figura 7.4.1.</b> Delimitación de las cuencas con registro hidrológico del proyecto V ampliación del acueducto metropolitano del AyA.....	65
<b>Figura 7.4.2.</b> Ubicación de los 36 sitios de cruce de ríos y quebradas. ....	67
<b>Figura 7.4.3.</b> Ubicación de los 46 cuerpos de agua para la toma de las muestras para la caracterización de la calidad de agua.....	77
<b>Figura 7.5.1.</b> Ubicación de sitios de monitoreo de ruido en el Área de Influencia Directa (AID) V Ampliación Acueducto Metropolitano. ....	84
<b>Figura 7.5.2.</b> Punto 14 monitoreo de ruido: Renacer .....	88
<b>Figura 7.5.3.</b> Punto 33 monitoreo de ruido: Capilla Santa Cecilia .....	88
<b>Figura 7.5.4.</b> Gráfico de datos monitoreo de ruido AID. ....	89
<b>Figura 7.5.5.</b> Punto 6 monitoreo de inmisiones: Colegio Saint Benedict.....	91
<b>Figura 7.5.6.</b> Punto 7 monitoreo de inmisiones: casa cerca de escombrera Coris. ....	92
<b>Figura 7.5.7.</b> Punto 8 monitoreo de inmisiones: Escuela de Coris .....	92
<b>Figura 7.5.8.</b> Punto 11 monitoreo de inmisiones: Caballerizas Mario Coto.....	92

<b>Figura 7.5.9.</b> Ubicación de sitios de monitoreo de inmisiones en el AID V Ampliación Acueducto Metropolitano.....	93
<b>Figura 7.5.10.</b> Datos monitoreo parámetro PM-10.....	96
<b>Figura 7.5.11.</b> Datos monitoreo parámetro PM-2.5.....	96
<b>Figura 7.5.12.</b> Datos monitoreo parámetro NO <sub>2</sub> .....	97
<b>Figura 7.5.13.</b> Datos monitoreo parámetro SO <sub>2</sub> .....	97
<b>Figura 8.2.1.</b> Fotografía de cobertura boscosa en la localidad de Tejar. 14/06/2017.....	111
<b>Figura 8.2.2.</b> Fotografía de matorral arbolado existente en la localidad El Llano. 27/06/2017. ....	112
<b>Figura 8.2.3.</b> Fotografía de un herbazal arbolado con especies de mango ( <i>Mangifera indica</i> ) en la localidad de Damas. 20/06/2017.....	113
<b>Figura 8.2.4.</b> Foto de una plantación forestal de Casuarina ( <i>Casuarina cunninghamiana</i> ) en la localidad de Guatuso. 18/07/2017.....	113
<b>Figura 8.2.5.</b> Especies de fauna silvestre terrestre cuya presencia señalan un grado de fragilidad en los diferentes ecosistemas naturales del AI del PVAAM. 2018.....	121
<b>Figura 8.3.1.</b> Distribución de la abundancia de fauna silvestre terrestre asociada al bosque de ribera del AI del PVAAM. 2018.....	126
<b>Figura 9.3.1.</b> Área de Influencia Directa: Distribución relativa de la población total por sexo. ....	137
<b>Figura 9.6.1.</b> Área de influencia: cobertura relativa de los servicios básicos disponibles según distrito y provincia.....	149
<b>Figura 9.11.1.</b> Tipos de paisajes representativos de la U.P Valle Orosi.....	164
<b>Figura 9.11.2.</b> Tipos de paisajes presentes en la U.P Valle Navarro.....	164
<b>Figura 9.11.3.</b> Paisajes de la U.P El Tejar. ....	165
<b>Figura 9.11.4.</b> Paisajes representativos de la U.P Coris.....	165
<b>Figura 9.11.5.</b> Tipos de paisajes en la U.P La Carpintera. ....	166
<b>Figura 9.11.6.</b> Paisajes urbanos de la U.P San José.....	166
<b>Figura 9.11.7.</b> Unidades de Paisaje del Área de Influencia Indirecta.....	168
<b>Figura 9.12.1.</b> Mapa de Áreas socialmente sensibles. ....	170
<b>Figura 10.5.1.</b> Mapa de susceptibilidad ambiental integral versus componentes del proyecto. ....	182
<b>Figura 12.5.1.</b> Organigrama básico de la “Unidad de Gestión Ambiental & Social” responsable de la implementación del PGA contenido dentro del EsIA del “Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano (PVAAM)”. ....	215
<b>Figura 15.1.1.</b> Porcentaje del impacto acumulado total negativo entre los factores ambientales potencialmente impactados por el Proyecto. ....	295



## Índice de anexos del Capítulo 2 / Declaratoria de Impacto Ambiental

<b>Anexo 18.1.</b> Normativa ambiental de naturaleza jurídica aplicable al desarrollo del Proyecto Ampliación Acueducto Metropolitano.....	305
<b>Anexo 18.2.</b> Normativa ambiental de naturaleza técnica aplicable al desarrollo del Proyecto Ampliación Acueducto Metropolitano.....	310
<b>Anexo 18.3.</b> Matriz de identificación de Impactos Ambientales Potenciales del Proyecto Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano.....	311
<b>Anexo 18.4.</b> Resumen de la valoración de la Importancia de los Impactos Ambientales Potenciales del Proyecto Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano.....	312
<b>Anexo 18.5.</b> Matriz depurada de Importancia de los Impactos Ambientales Potenciales del Proyecto Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano.....	313



Instituto Costarricense de  
Acueductos y Alcantarillados  
San José, Costa Rica  
Gerencia General

05 de octubre de 2018

Al contestar refiérase a este No.  
**GG-2018-02283**

**Señores  
Municipalidad de Paraíso  
Presente**

**Asunto: Entrega de Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA) del "Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano".**

Estimados señores:

Por medio de la presente se hace de su conocimiento que el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) planea la ejecución del Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano (PVAAM).

Como parte del proceso, se hace entrega a esta Dirección, de una copia impresa de la respectiva Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA).

Agradezco su amable atención a la presente.

Atentamente,

  
**Ing. Manuel Salas Pereira**  
Gerencia General



**Anexo:** Lo indicado

c. Archivo





Instituto Costarricense de  
Acueductos y Alcantarillados  
San José, Costa Rica  
Gerencia General

5 de octubre del 2018

Al contestar refiérase a este No.  
GG-2018-02272

2018 OCT 10 9:21  
Calleja  
ALCALDIA MUNICIPAL

Señores  
Municipalidad de Cartago  
Presente

**Asunto: Entrega de Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA) del "Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano".**

Estimados señores:

Por medio de la presente se hace de su conocimiento que el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) planea la ejecución del Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano (PVAAM).

Como parte del proceso, se hace entrega a esta Dirección, de una copia impresa de la respectiva Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA).

Agradezco su amable atención a la presente.

Atentamente,

Ing. Manuel Salas Pereira  
Gerencia General



**Anexo:** Lo indicado

c. Archivo



Instituto Costarricense de  
Acueductos y Alcantarillados  
San José, Costa Rica  
Gerencia General



05 de octubre de 2018

Al contestar refiérase a este No.  
**GG-2018-02274**

Señores  
Municipalidad de El Guarco  
Presente

**Asunto: Entrega de Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA) del "Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano".**

Estimados señores:

Por medio de la presente se hace de su conocimiento que el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) planea la ejecución del Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano (PVAAM).

Como parte del proceso, se hace entrega a esta Dirección, de una copia impresa de la respectiva Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA).

Agradezco su amable atención a la presente.

Atentamente,

**Ing. Manuel Salas Pereira**  
Gerencia General



**Anexo:** Lo indicado

C. Archivo





Instituto Costarricense de  
Acueductos y Alcantarillados  
San José, Costa Rica  
Gerencia General

05 de octubre de 2018

Al contestar refiérase a este No.  
**GG-2018-02278**

**Señores  
Municipalidad de Curridabat  
Presente**

**Asunto: Entrega de Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA) del "Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano".**

Estimados señores:

Por medio de la presente se hace de su conocimiento que el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) planea la ejecución del Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano (PVAAM).

Como parte del proceso, se hace entrega a esta Dirección, de una copia impresa de la respectiva Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA).

Agradezco su amable atención a la presente.

Atentamente,

  
**Ing. Manuel Salas Pereira**  
**Gerencia General**



**Anexo:** Lo indicado

C. Archivo





Instituto Costarricense de  
Acueductos y Alcantarillados  
San José, Costa Rica  
Gerencia General

05 de octubre de 2018

Al contestar refiérase a este No.  
**GG-2018-02276**

Señores  
Municipalidad de Desamparados  
Presente



10-00

Estimados señores:

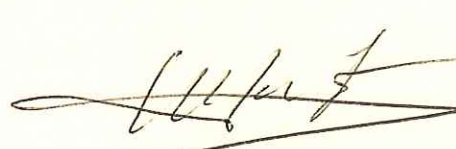
**Asunto: Entrega de Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA) del "Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano".**


Por medio de la presente se hace de su conocimiento que el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) planea la ejecución del Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano (PVAAM).

Como parte del proceso, se hace entrega a esta Dirección, de una copia impresa de la respectiva Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA).

Agradezco su amable atención a la presente.

Atentamente,

  
**Ing. Manuel Salas Pereira**  
Gerencia General



**Anexo:** Lo indicado

C. Archivo





Instituto Costarricense de  
Acueductos y Alcantarillados  
San José, Costa Rica  
Gerencia General

05 de octubre de 2018

Al contestar refiérase a este No.  
**GG-2018-02280**

**Señores**  
**Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ACCVC)**  
**Sistema Nacional de Áreas de Conservación**  
**Presente**

**Asunto: Entrega de Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA) del "Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano".**


Estimados señores:


Por medio de la presente se hace de su conocimiento que el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) planea la ejecución del Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano (PVAAM).

Como parte del proceso, se hace entrega a esta Dirección, de una copia impresa de la respectiva Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA).

Agradezco su amable atención a la presente.

Atentamente,

  
**Ing. Manuel Salas Pereira**  
**Gerencia General**



**Anexo:** Lo indicado

c. Archivo

MINAET - SINAC ACCVC - RECEPCIÓN
10 OCT 2018
Recibido por: <u>Alexandra</u>
Hora:

## 1. Introducción

Actualmente si se compara la producción de agua en el Acueducto Metropolitano con respecto a la demanda de la población servida, se observa que se encuentra muy ajustada. Con excepción del Proyecto Orosi (acueducto actual) todas las obras ejecutadas por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) para el aumento o suministro de la producción de agua en el Acueducto Metropolitano, desde su creación, no han sido de capacidad suficiente para satisfacer completamente la demanda en los años siguientes a su puesta en operación.

El problema de fondo está que para los años posteriores al 2018, el AyA no cuenta actualmente con un proyecto de ampliación de la producción del agua que asegure el abastecimiento para gran parte del Área Metropolitana de San José. Se proyecta que el déficit podría llegar a valores cercanos a los 1.0 m<sup>3</sup>/s en condiciones normales, lo que daría al Acueducto Metropolitano una condición caótica o de emergencia permanente, ante los fuertes programas de racionamiento que se necesitarían aplicar en semejante situación.

Dada esta situación, el AyA propone el proyecto “**V Ampliación del Acueducto Metropolitano**” con el propósito de aumentar la producción y capacidad de cobertura del Acueducto Metropolitano de manera que se pueda atender la demanda actual y futura del sistema hasta el 2035. A través de este proyecto se busca disponer de la infraestructura necesaria para suministrar agua de calidad potable y con servicio continuo, mejorar la continuidad y cantidad del servicio de agua potable para brindar un servicio de calidad y asimismo mantener la calidad de agua que cumpla con los parámetros de potabilidad para cumplir los estándares de salud del país.

En virtud de que la implementación de dicho proyecto puede dar lugar a la ocurrencia de impactos adversos o beneficiosos, cuyos efectos resultantes podrían incidir en el deterioro o bien en el mejoramiento de la condición o calidad de algunos de los factores que integran el entorno biofísico y social en el que este se llevaría a cabo, surge la necesidad de someter este emprendimiento al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), tal y como lo ordena el Artículo 17 de la Ley Orgánica del Ambiente N° 7554, así como demás instrumentos jurídicos aplicables a este tipo de obras.

El análisis desarrollado, así como los resultados obtenidos en el marco de ejecución de dicho proceso EIA, el cual se realizó en el lapso comprendido entre el mes de enero de 2017 y el mes de septiembre de 2018, se aportan en el informe técnico denominado Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), del cual se ha derivado el presente resumen ejecutivo a modo de Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA), en acatamiento de lo dispuesto en el Término de Referencia (TdR) N° 2 (pág. 5) así como lo dispuesto en el inciso “g)” del TdR N° 17 (pág. 11), de la Resolución Administrativa N° 2497-2017-SETENA.

Frente al balance ambiental resultante de este análisis y siendo que el mismo es positivo, evidenciándose un efecto final deseable en términos del mejoramiento de la condición o calidad ambiental, se establece desde el punto de vista del equipo evaluador, la recomendación de otorgarle viabilidad ambiental al proyecto tal cual ha sido propuesto.

El proceso de análisis técnico realizado, aportó las evidencias suficientes para sustentar la posibilidad de llevar adelante el proyecto, toda vez que no se han identificado elementos de índole biofísico o social que inviabilicen su implementación o que generen un menoscabo sustancial de la condición o calidad de los factores ambientales específicos sobre los que este podría suscitar influencia y por ende sobre la calidad ambiental en general de su Área de Influencia Directa e Indirecta.

Lo anterior demandará eso sí, que el proyecto propuesto se ejecute haciendo un estricto y oportuno cumplimiento de los distintos compromisos ambientales asumidos en procura de reducir sus efectos adversos y potenciar sus efectos deseables.

A partir del análisis exhaustivo de la información entregada en el informe de EsIA completo, corresponderá a la SETENA determinar si concuerda con el dictamen favorable del equipo técnico responsable de elaborar esta evaluación y le confiere a este proyecto del AyA la viabilidad ambiental requerida para que el proponente pueda proceder a completar los restantes procesos administrativos que le permitan cumplir los requisitos para avanzar a la fase de ejecución de este acueducto.

### 1.1. Información sobre el equipo profesional que elaboró la EIA

Los nombres y calidades del equipo interdisciplinario del ICE que tuvo a su cargo la preparación del presente EslA, se detallan a continuación.

#### 1.1.1. Equipo de autores principales (incluye los especialistas solicitados por SETENA)

<b>Nombre:</b> Juan Elías Alfaro Zamora	<b>Nombre:</b> José Carlo Bustos Ramos
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 
<b>Área profesional:</b> Ingeniería forestal	<b>Área profesional:</b> Arqueología
<b>Rol:</b> Coordinador General	<b>Rol:</b> Especialista principal
<b>Registro CI-SETENA:</b> CI-166-2018	<b>Registro CI-SETENA:</b> CI-128-2009

<b>Nombre:</b> Jorge Rosales Blandino	<b>Nombre:</b> Dora Carías Vega
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 
<b>Área profesional:</b> Biología	<b>Área profesional:</b> Economía
<b>Rol:</b> Especialista principal	<b>Rol:</b> Especialista principal
<b>Registro CI-SETENA:</b> CI-227-2012	<b>Registro CI-SETENA:</b> CI-120-2006


<b>Nombre:</b> Jerry Murillo Solano	<b>Nombre:</b> Jeffry Luna Gutiérrez
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 
<b>Área profesional:</b> Geología	<b>Área profesional:</b> Ing. Civil - Hidrología
<b>Rol:</b> Especialista principal	<b>Rol:</b> Especialista principal
<b>Registro CI-SETENA:</b> CI-052-2018	<b>Registro CI-SETENA:</b> CI-115-2011

<b>Nombre:</b> Wagner Rosales Solórzano	<b>Nombre:</b> José Pablo Méndez Solís
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 
<b>Área profesional:</b> Ingeniería forestal	<b>Área profesional:</b> Sociología
<b>Rol:</b> Especialista principal	<b>Rol:</b> Especialista principal
<b>Registro CI-SETENA:</b> CI-044-2000	<b>Registro CI-SETENA:</b> CI-275-2006

<b>Nombre:</b> Grettel Monge Muñoz	<b>Nombre:</b> Andrés Valdez Bonilla
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 
<b>Área profesional:</b> Antropología - Arqueología	<b>Área profesional:</b> Geotecnia
<b>Rol:</b> Apoyo Coordinación EsIA y al Proceso Participativo Interactivo.	<b>Rol:</b> Especialista principal
<b>Registro CI-SETENA:</b> CI-053-2010	<b>Registro CI-SETENA:</b> CI-114-2017

<b>Nombre:</b> Eduardo Longan Santonastasio	<b>Nombre:</b> Melissa Castillo León
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 
<b>Área profesional:</b> Ingeniería mecánica	<b>Área profesional:</b> Gestión Ambiental
<b>Rol:</b> Especialista principal	<b>Rol:</b> Especialista principal (Aire y Ruido)
<b>Registro CI-SETENA:</b> CI-181-2017	<b>Registro CI-SETENA:</b> CI-053-2012

<b>Nombre:</b> Óscar Barrientos Ortiz	<b>Nombre:</b> Juan M. González Barrantes
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 
<b>Área profesional:</b> Geografía	<b>Área profesional:</b> Ingeniería forestal
<b>Rol:</b> Especialista principal (Paisaje y SIG)	<b>Rol:</b> Especialista secundario
<b>Registro CI-SETENA:</b> CI-305-2014	<b>Registro CI-SETENA:</b> CI-151-2017

<b>Nombre:</b> Gerardo Díaz Fajardo
<b>Firma:</b> 
<b>Área profesional:</b> Biología
<b>Rol:</b> Especialista secundario
<b>Registro CI-SETENA:</b> CI-275-2015

### 1.1.2. Otros colaboradores

<b>Nombre:</b> Juan José Leitón Montero	<b>Nombre:</b> Cristina Wahrmann Vargas
<b>Área profesional:</b> Ing. Civil	<b>Área profesional:</b> Ing. Civil
<b>Rol:</b> Especialista secundario	<b>Rol:</b> Especialista secundario
<b>Temática en la que colaboró:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Descripción del Ambiente Físico (Hidrología: Aguas superficiales).</li> </ul>	<b>Temática en la que colaboró:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Análisis de Riesgos y Plan de Contingencia (Riesgo de inundación).</li> </ul>

<b>Nombre:</b> Ignacio Laurent Lostalo	<b>Nombre:</b> Jorge E. Picado Barboza
<b>Área profesional:</b> Gestión Ambiental	<b>Área profesional:</b> Biólogo
<b>Rol:</b> Especialista secundario	<b>Rol:</b> Especialista secundario
<b>Temática en la que colaboró:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gestión de residuos y manejo de sustancias peligrosas.</li> </ul>	<b>Temática en la que colaboró:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Análisis de Efectos Acumulativos y Efectos Sinérgicos.</li> <li>▪ Calidad Ambiental del AP y el Área de Influencia Biofísica y Social (directa e indirecta).</li> </ul>



## **2. Resumen del proyecto**

El proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano es una de las alternativas recomendadas en el “Plan Maestro de Abastecimiento de Agua Potable de la Gran Área Metropolitana” (PLAMAGAM) elaborado por la firma TAHAL Consulting Engineers Ltda., para el AyA.

El proyecto Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano está comprendido en las alternativas sugeridas en el PLAMAGAM dentro de los proyectos que consideran fuentes de agua superficial, en éste se capta el agua del proyecto hidroeléctrico Río Macho del ICE, aproximadamente en la cota 1550 msnm y se conduce por gravedad mediante un sistema de túneles (8.5 km) y tubería (15 km) a la Planta Potabilizadora en Patarra, Desamparados, San José en la cota 1520 msnm. El esquema general del proyecto se muestra en la Figura 2.5.1. A continuación, se describen los componentes principales del proyecto.

### **2.1. Componente N°1: Obras de Captación**

El objetivo de las Obras de Captación es derivar 2.5 m<sup>3</sup>/s de agua del túnel Paralelo del ICE. Las obras de captación se inician en la ventana del Túnel Paralelo y termina con el inicio del túnel El Llano.

### **2.2. Componente N°2: Tramo acueducto a Planta Potabilizadora**

La conducción entre la cámara de carga del desarenador y la Planta Potabilizadora está compuesta de túneles de conducción y tubería enterrada y expuesta.

### **2.3. Componente N°3: Planta Potabilizadora**

El objetivo de la Planta Potabilizadora es el de proveer un tratamiento fisicoquímico al agua cruda para acondicionarla y hacerla apta para consumo humano.

### **2.4. Componente N°4: Tuberías de distribución**

Mediante las tuberías de distribución se logra la distribución de agua en la zona sur del área Metropolitana y la conexión con tres diferentes puntos de la red de tuberías existente.

### **2.5. Escombreras**

Como complemento a las obras anteriormente descritas el proyecto requerirá de la conformación de sitios de escombrera para el depósito del material proveniente de las excavaciones. En la Figura 2.5.1, se describen las 6 escombreras propuestas en el proyecto.







### **3. Ubicación del proyecto**

#### **3.1. Ubicación Geográfica**

El Área de Proyecto (AP) tiene una extensión de 135.52 ha. Se localiza entre las coordenadas medias 505.944 (F.E) y 1.085.234 (F.N) del sistema de proyección CRTM05 y entre las coordenadas geográficas 83°57' longitud Oeste y 09°49' latitud Norte.

Comprende las hojas cartográficas Abra (3345-I), Istarú (3445-IV) y Tapantí (3445-III), escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional (Figura 3.2.1).

#### **3.2. Ubicación Político-Administrativa**

Administrativamente, el AP se enmarca en las provincias de San José y Cartago, abarcando de manera parcial 5 cantones y 15 distritos.

Para el caso de la provincia San José, el AP cubre parcialmente los cantones de Desamparados y Curridabat, mientras que para la provincia Cartago, comprende los cantones de El Guarco, Paraíso y Cartago (Figura 3.2.2).



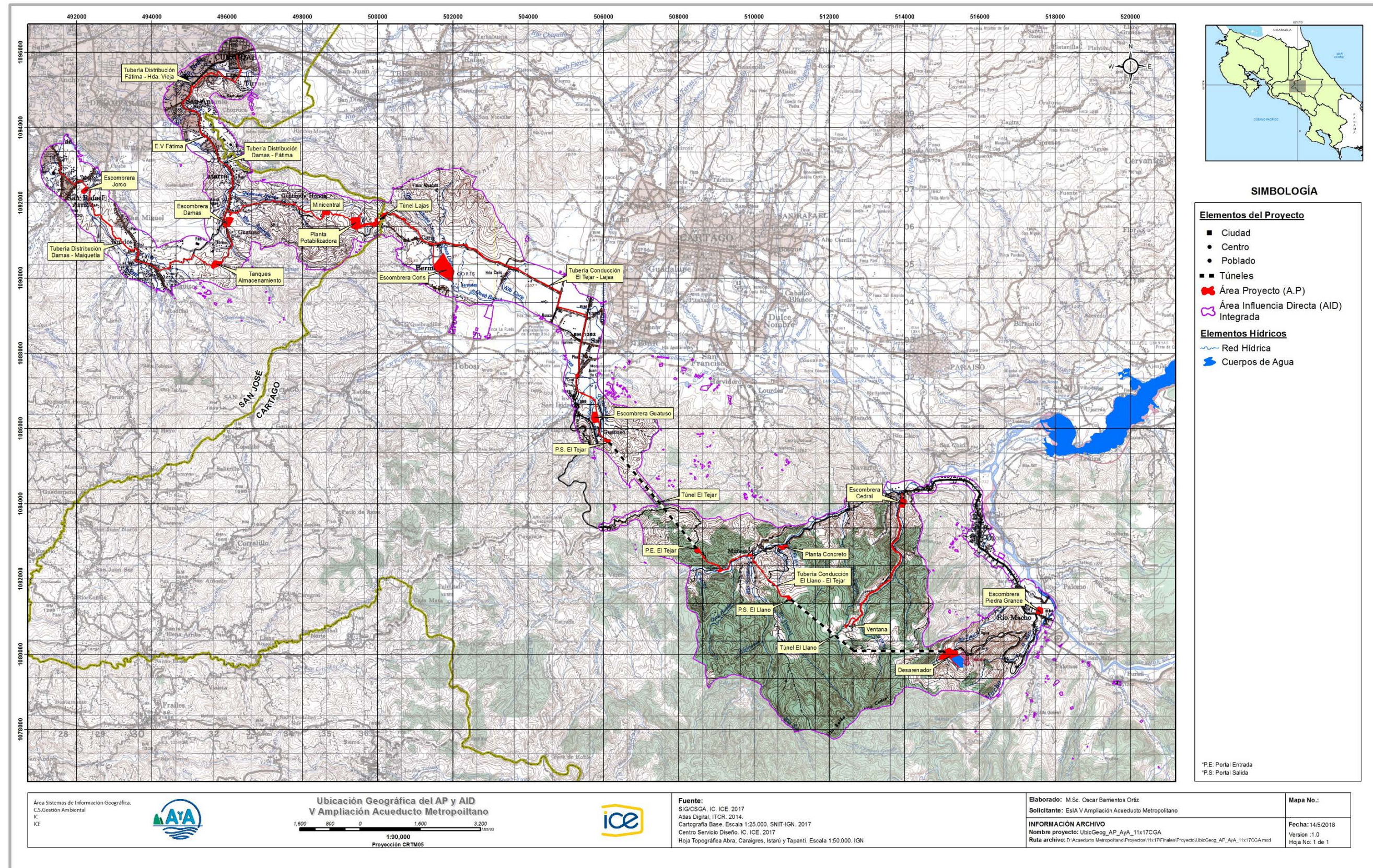


Figura 3.2.1. Mapa de ubicación geográfica del PVAAM, escala 1:90.000.



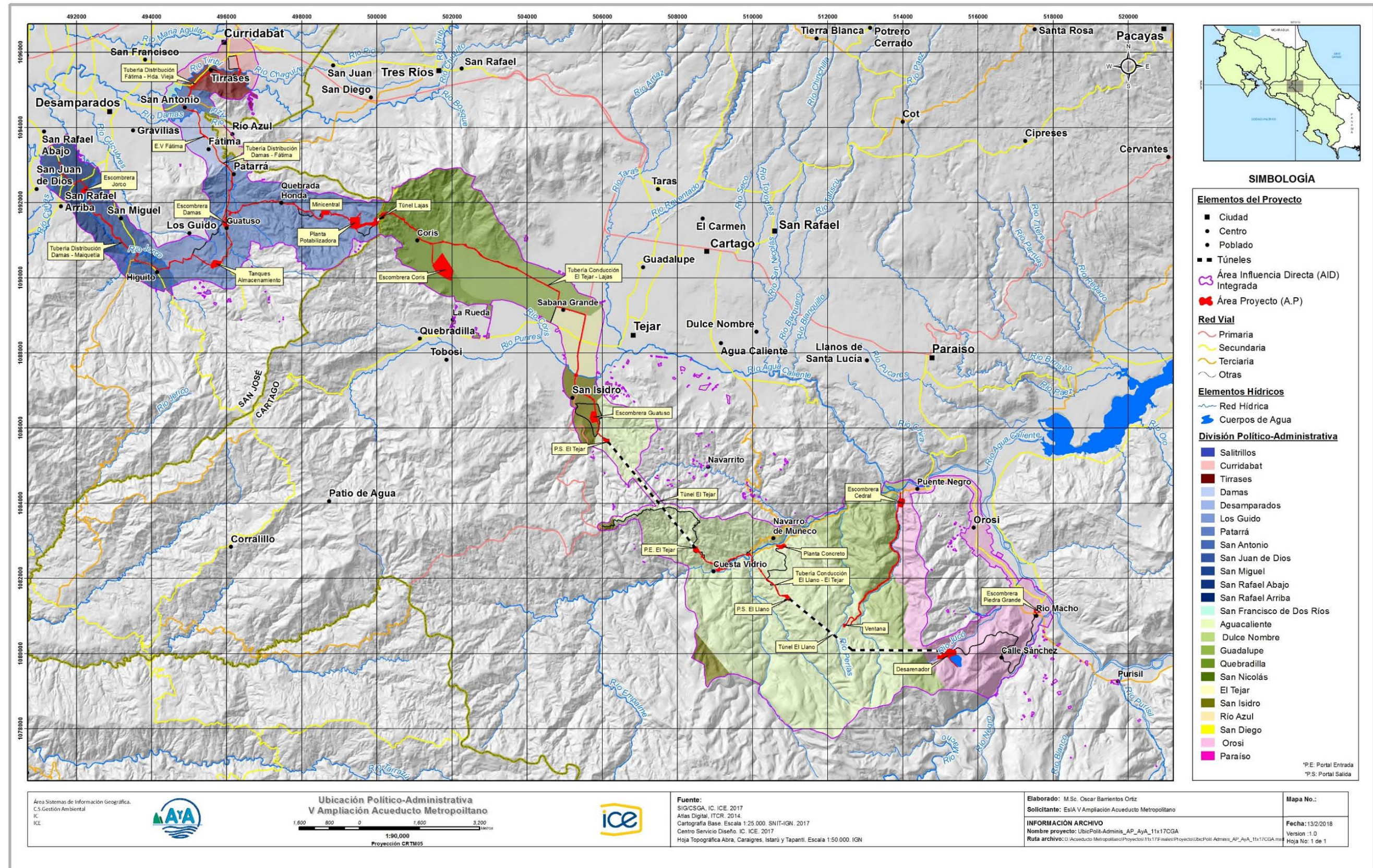


Figura 3.2.2. Ubicación del Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano según la División Política-Administrativa.



## **4. Áreas de Influencia**

### **4.1. Área de Proyecto (AP)**

El AP se ha definido en 135,52 hectáreas (Figura 3.2.1).

### **4.2. Área de Influencia Biofísica & Social**

#### **4.2.1. Área de Influencia Directa (AID)**

La definición del Área de Influencia Directa (AID) del proyecto, se hizo a partir de la integración de las AID particulares sobre los tres ambientes: Biológico, Físico y Social. En razón de lo anterior, se construyó un AID que comprende una superficie de aproximadamente 7964.26 hectáreas (Figura 4.2.1).

#### **4.2.2. Área de Influencia Indirecta (All)**

Para la delimitación del Área de Influencia Indirecta (All) del proyecto, se integraron de igual forma, las All de los tres ambientes Biológico, Físico y Social, dando como resultado un área de 15211.83 hectáreas (Figura 4.2.1).

#### **4.2.3. Área de Influencia Total (AI)**

Esta se establece a partir de la delimitación geográfica del All sobre los ambientes Físico, Biológico y Socioeconómico, alcanzando un área de 15211.83 hectáreas (Figura 4.2.1).



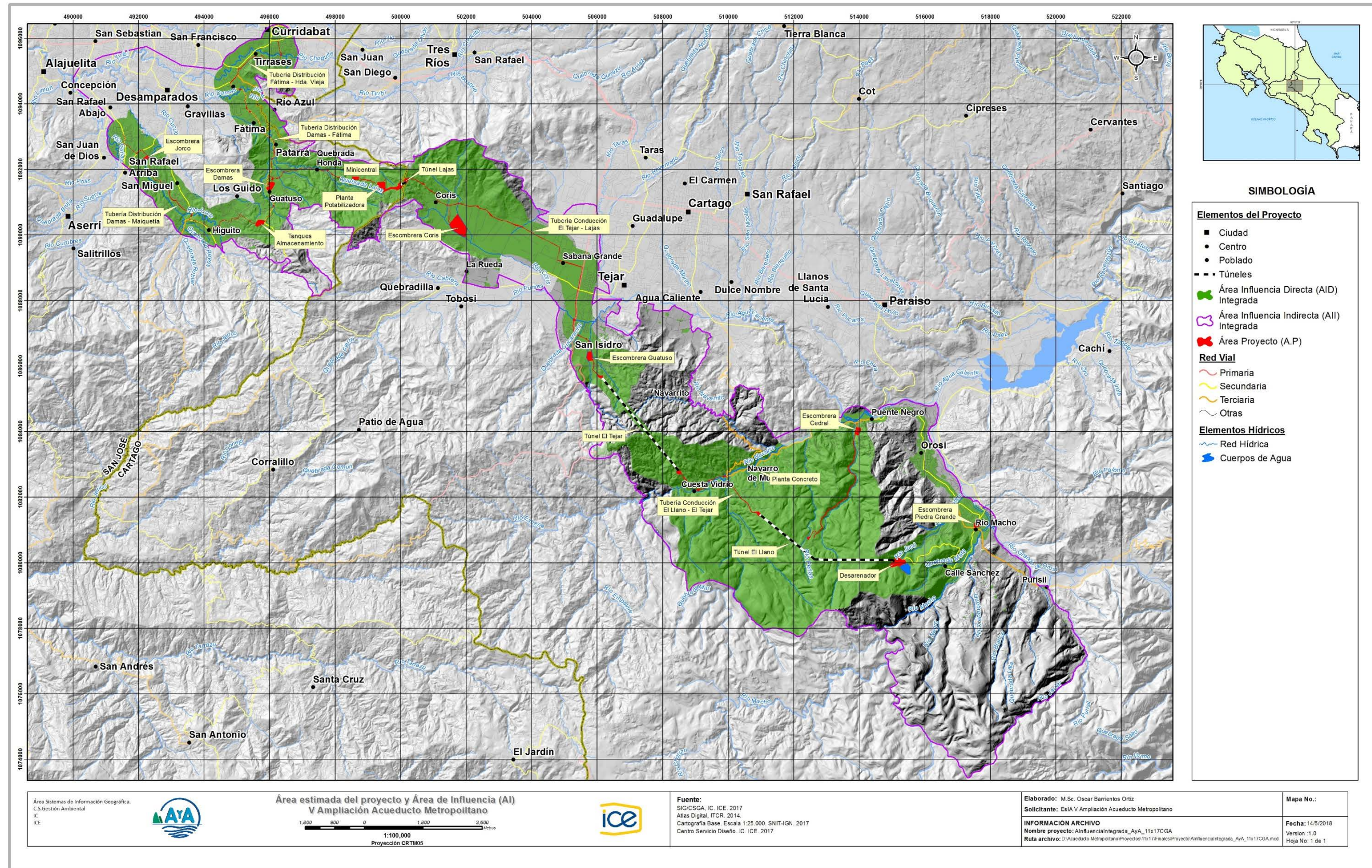


Figura 4.2.1. Delimitación geográfica del Área de Influencia Directa e Indirecta (integradas) del PVAAM sobre los factores del Ambiente Físico, Biológico y Socioeconómico.



## 5. Fases de Desarrollo

### 5.1. Fase de Construcción

#### 5.1.1. Principales actividades a llevar a cabo

Esta fase inicia con la etapa de “*Actividades preparatorias*”, que comprende el desarrollo de las siguientes labores:

1. Adquisición de propiedades y pago de servidumbres
2. Gestión ambiental inicial. Contempla la planeación y ejecución de al menos las actividades que se describen a continuación:
  - a. Rescate de fauna y flora
  - b. Tramitación de otras licencias ambientales distintas a la viabilidad conferida por SETENA (tala de árboles, evaluación arqueológica, funcionamiento de instalaciones, concesión de aguas, sistemas de tratamiento y vertido de aguas, entre otros).
3. Reclutamiento de personal

Luego de concluida la etapa de “*Actividades preparatorias*”, o en relativa simultaneidad con el desarrollo de algunas de estas, se desarrolla de pleno la etapa de “**Construcción**” de las obras provisionales y las de carácter permanente. Las principales actividades a ejecutar durante esta etapa se detallan a continuación:

1. Habilitación de obras provisionales (habilitación de escombreras, acondicionamiento de caminos, instalaciones provisionales y planta de concreto).
2. Construcción de obras permanentes: Se dará prioridad a la construcción de los portales de acceso de los túneles de conducción, luego se realizará el proceso de excavación subterránea y revestimiento de túneles. Asimismo, se contempla todas las obras elaboradas en concreto y acero, así como la instalación de las tuberías de conducción y distribución con sus correspondientes accesorios.

Con cierta antelación a que finalice la ejecución de algunas de las actividades que comprenden la etapa de “*Construcción*”, se realizarían las actividades inherentes a la etapa de “*Clausura*” de la Fase de Construcción. Las actividades a realizar durante esta etapa se mencionan a continuación:

1. Desmantelamiento de instalaciones provisionales y cese de uso de servicios.
2. Conformación final, restauración y cierre de escombreras.

#### 5.1.2. Tiempo de ejecución

La duración de la Fase de Construcción se ha previsto en 3 años, una vez obtenida la Vialidad (Licencia) Ambiental del proyecto y encontrándose avanzado el proceso de Diseño Final del mismo.



### 5.1.3. Infraestructura a desarrollar

#### 5.1.3.1. Componente N°1: Obras de captación

Las obras de captación corresponden con la estructura desarenadora, la cual inicia en la salida de la Ventana 1 (punto FV, fin de ventana) y finaliza en el IT inicio del túnel “El Llano”. Las obras del componente N°1 abarcan en su totalidad un área aproximada de 1230 m<sup>2</sup> y se componen de:

1. Conexión con las obras del ICE.
2. Sistema de regulación de caudal (caseta CV-1)
3. Estructura de compuertas
4. Transición de entrada
5. Cámara desarenadora
6. Estructura de control (vertedor)
7. Cámara de carga
8. Sistema de bombeo para la limpieza de sedimentos
9. Bypass al Acueducto “Orosi 1”

#### 5.1.3.2. Componente N°2: Tramo acueducto a Planta Potabilizadora

El sistema de conducción del proyecto estará compuesto por obras subterráneas a través de tres túneles de conducción. El detalle de estas obras se especifica en el Cuadro.5.1.1.

**Cuadro.5.1.1.** Detalles generales de las obras subterráneas del proyecto.

Túnel	Longitud (m)	Ubicación
El Llano	4630	Desde la salida de la cámara de carga del desarenador hasta el portal de salida denominado como FT (fin de túnel)
Tejar	3670	Entre la tubería del sector 3 y la tubería del sector 5
Lajas	210	En el sector 7 de la conducción por tubería.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de Centro de Servicio Diseño (2016).

En general estas obras se excavarán de manera convencional (perforación y voladura) con una sección tipo “herradura” con un diámetro interno de 3.7 m, altura de 3.55 m y una base de 2.83 m para un área de 11.19 m<sup>2</sup> y tendrán un revestimiento de concreto convencional reforzado, a excepción del túnel Lajas, cuyo revestimiento final será a partir del soporte temporal establecido.

Asimismo, este componente estará compuesto por obras superficiales tales como tubería enterrada y expuesta. La tubería de conducción (con un diámetro de 1.3 m) se divide según se detalla en el Cuadro.5.1.2.

**Cuadro.5.1.2.** Sectorización de los tramos de tuberías de conducción y sus principales características.

Sector	Longitud (m)	% de tubería enterrada	Pasos enterrados por ríos y quebradas	Pasos elevados por ríos y quebradas
3	3663.63	74	1	2
5	4480.30	100	4	-
6	5544.03	100	4	-
7	925.23	58	2	3

**Fuente:** Elaboración propia a partir de Centro de Servicio Diseño (2016).

### 5.1.3.3. Componente N°3: Planta Potabilizadora

Corresponde con una plata de filtración rápida con acondicionamiento previo a base de coagulación, floculación y sedimentación.

Como parte de los elementos que comprende esta obra se considera el desarrollo de un edificio de operaciones provisto de un área para el almacenamiento de sustancias químicas, otra para el almacenamiento de productos en solución y una tercera destinada a la dosificación de las sustancias químicas. Asimismo, comprende un laboratorio de control de procesos, dotado de dos ambientes separados, uno para el control físico-químico y otro para el control bacteriológico y la instalación de un sistema de mezcladores, un sistema de floculadores, un sistema de decantadores (para los sedimentos) y un edificio de cloración provisto de cuatro áreas de trabajo.

### 5.1.3.4. Componente N°4: Tuberías de distribución

Este componente posee un primer elemento que corresponde con una cámara de carga, la cual consiste en un tanque de almacenamiento conectado en el extremo aguas arriba, al tanque de contacto de cloro de la Planta Potabilizadora por medio de un vertedor frontal y conectado, en el extremo aguas abajo, al primer tramo de conducción (planta potabilizadora – Damas), a través de una toma de aguas de eje horizontal, una caseta de válvulas y un pequeño tramo de tubería de acero A36 de 1.2 m de diámetro.

Posteriormente se constituye todo el sistema de tuberías de distribución de agua, el cual se divide y se detalla según se muestra en el Cuadro.5.1.3.

**Cuadro.5.1.3.** Sectorización de los tramos de tuberías de distribución y sus principales características.

Tramo	Longitud (m)	% de tubería enterrada	Pasos enterrados por ríos y quebradas	Pasos elevados por ríos y quebradas	Diámetro (m)
Planta - Damas	3906	92.75	6	1	1.2
Damas - Maiquetía	8832	98.87	2	2	0.813 – 0.9 – 1.067
Damas - Fátima	2465	97.7	1	2	0.9 y 1.0
Fátima – Hacienda Vieja	4141	98.35	-	2	0.762 y 0.813

**Fuente:** Elaboración propia a partir de Centro de Servicio Diseño (2017)

#### **5.1.3.5. Escombreras**

Como complemento a las obras anteriormente descritas el proyecto requerirá de la conformación de sitios de escombrera para el depósito del material proveniente de las excavaciones y otros escombros.

#### **5.1.4. Equipo y materiales a utilizar**

El listado de equipos, maquinaria y materiales a utilizar durante la fase de construcción se detalla en los Anexos 5.7 al 5.10 incluidos en el Tomo II (capítulo 5) del informe técnico de Estudio de Impacto Ambiental.

#### **5.1.5. Rutas de movilización de equipo**

Para el desarrollo del proyecto se utilizarán 2 rutas de la red vial nacional primaria, la ruta 2 (interamericana Sur) y la ruta 10 (trayecto Cartago – Paraíso). A su vez, se utilizarán varias rutas de la red vial nacional secundaria y terciaria, así como caminos rurales en las siguientes localidades

- Orosi de Paraíso de Cartago
- Rio Macho de Orosi
- Navarro del Muñeco
- San Isidro y Guatuso de El Tejar de El Guarco
- Sabana Grande en el Guarco de Cartago
- Coris y Alto Coris de Cartago
- San Antonio de Desamparados
- Higuito de Desamparados
- San Rafael Arriba de Desamparados
- Quebrada Honda en Desamparados
- Hacienda Vieja de Curridabat
- La Colina
- Tirrases

#### **5.1.6. Frecuencia de movilización**

La movilización de vehículos para la construcción del proyecto se requerirá principalmente para el traslado de personal, transporte de material y movilización de maquinaria.

Los sectores donde la movilización es mayor sería hacia los frentes de trabajo de los túneles de conducción, en donde se estima un aproximado de 980 viajes mensuales, entre autobuses, vehículos de carga liviana (mayor tránsito), camiones tipo tándem, camiones de 2 ejes y vagonetas, entre otros.

Para cada frente de trabajo de la tubería de conducción y distribución se estiman aproximadamente 510 viajes mensuales y para otros frentes como la planta potabilizadora y estaciones de válvulas se estima un aproximado de 530 viajes mensuales.

### 5.1.7. Necesidades de recursos para la Fase de Construcción

Las principales necesidades de recursos para la fase de construcción son:

- **Agua:** 145 l/día por persona para consumo humano y 3 l/s para el proceso constructivo como tal.
- **Electricidad:** 500 KVA por cada frente de túnel durante la construcción y entre 100 KVA a 150 KVA para otros frentes de menor demanda de trabajo.
- **Alcantarillado (aguas residuales):** Sistemas de tratamiento mecánicos o automatizados y casetas sanitarias móviles, según sean los requerimientos establecidos para cada sitio de trabajo.
- **Vías de acceso:** Rutas de acceso que implicarán intervención a través de la ampliación de la rasante, excavación de taludes, pasos de alcantarilla y conformación de la carpeta de rodamiento. Entre ellas:
  - Cuesta del vidrio
  - Acceso al portal de salida (FT) del túnel “El Llano” y camino a la ventana del túnel “El Llano”
  - Puente Negro - Rio Macho
  - Acceso entre la Planta potabilizadora y el sector de Damas (Desamparados).
- **Mano de obra:** se estima un máximo de 800 trabajadores para esta fase.

### 5.1.8. Gestión de residuos & de sustancias peligrosas: Fase de Construcción

Las proyecciones de volúmenes de residuos y sustancias peligrosas a producir durante esta fase, así como las principales pautas de manejo, se precisan a continuación:

- **Sólidos:** Sobre este tipo de residuos, se tienen las siguientes estimaciones:
  - 31 toneladas/mes de residuos ordinarios, orgánicos, especiales y peligrosos. Dicha cantidad tiene la siguiente composición: 9 toneladas de residuos no reciclables, 18 toneladas de residuos especiales y 4 toneladas de residuos peligrosos.
  - 7 750 m<sup>3</sup> de vegetación tipo arbórea y 440 000 m<sup>3</sup> material vegetal y suelo.
  - 1 323 217,4 m<sup>3</sup> de material excavado.
- **Líquidos:** Sobre este tipo de residuos, se tienen las siguientes estimaciones:
  - 45 a 50 metros cúbicos de agua residual de tipo ordinaria.
  - 2000 a 2500 litros por día de agua residual de tipo especial.
  - 3 a 3,5 toneladas mensuales de residuos líquidos peligrosos.
- **Gaseosos:** se generarán emisiones por óxidos de carbono (dióxido de carbono -CO<sub>2</sub>- y monóxido de carbono -CO-), así como gases refrigerantes autorizados. También se producirían óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno producto la combustión incompleta de los vehículos, así como material particulado.
- **Reciclables y/o reusables:** 0,5 a 1 toneladas mensuales de residuos reciclables
- **Materias primas y sustancias peligrosas:** se prevé el uso de sustancias tales como: aceite dieléctrico, aceites automotrices, acetileno, acetona, adhesivos, aditivos de

concreto, aditivos acrílicos, aerosoles, alcohol, baterías, combustibles, desmoldantes, diluyentes, materiales explosivos, lubricantes, oxígeno, pegamentos, pilas, pinturas, agroquímicos, productos de limpieza, reactivos químicos refrigerantes, revestimientos, selladores y solventes.

Se contempla el establecimiento de un Programa de Manejo de Integral de Residuos & Sustancias Peligrosas, que incluye la totalidad de los residuos y sustancias peligrosas generados durante el proceso constructivo.

## **5.2. Fase de Operación**

Las actividades de la fase de operación del proyecto Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano se dividen en tres etapas o subprocesos, a saber:

- Obras de Conducción: proceso de captación y conducción hasta la planta potabilizadora.
- Planta Potabilizadora: proceso de potabilización del agua.
- Tuberías principales de Distribución: proceso de distribución del agua potabilizada.

### **5.2.1. Principales actividades a llevar a cabo**

Se describen a continuación en resumen las actividades vinculadas a la operación de la Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano.

#### **5.2.1.1. Conducción desde el Desarenador hasta la Planta Potabilizadora**

Contemplan la conducción del agua desde el Desarenador hasta la Planta Potabilizadora. Las principales actividades que se llevan a cabo en este tramo corresponden a la operación del desarenador, túneles de conducción y la conducción por tubería.

#### **5.2.1.2. Planta Potabilizadora**

La operación de la Planta Potabilizadora comprende el almacenamiento, manejo, dosificación y control de sustancias químicas en los procesos de la planta. Se considera también el proceso de medición y control de la cloración al agua y finalmente el tratamiento de los lodos residuales del proceso de potabilización.

#### **5.2.1.3. Tuberías principales de distribución**

Las principales actividades que se desarrollan en las tuberías de distribución corresponden al control del caudal y presión, así como el almacenamiento de agua. También se considera las actividades de operación y mantenimiento de una minicentral de generación eléctrica.

### **5.2.2. Tiempo de ejecución**

La duración de la Fase de Operación se ha previsto en 50 años, la cual se inicia una vez finalizada la construcción y puesta en marcha del sistema.

### **5.2.3. Flujograma de actividades**

Las actividades de operación se inician con el reclutamiento, selección y capacitación del personal en la operación y mantenimiento de cada una de las partes que componen el proyecto; conducción, planta potabilizadora y distribución.

La capacitación en cualesquier de las tres áreas citadas se complementa con las pruebas de puesta en marcha que se debe realizar en cada una de las partes que componen el sistema.

### **5.2.4. Equipo y materiales a utilizar**

Los principales equipos a emplear durante la fase de operación, comprenden: vehículos, equipos de laboratorio, herramientas manuales, tecles de cadena, compresor, bomba eléctrica portátil y computadora.

En cuanto a los materiales, los de mayor relevancia son: pinturas, empaques y sellos, aceite hidráulico, materiales eléctricos variados e insumos químicos para operar la planta potabilizadora, tales como: sulfato de aluminio, hipoclorito de calcio, polímero catiónico y gas cloro.

### **5.2.5. Rutas de movilización de equipo**

Para la operación del proyecto se utilizarán 2 rutas de la red vial nacional primaria, la ruta 2 (interamericana Sur) y la ruta 10 (trayecto Cartago – Paraíso). A su vez, se utilizarán varias rutas de la red vial nacional secundaria y terciaria, así como caminos rurales en las siguientes localidades

- Orosi de Paraíso de Cartago
- Rio Macho de Orosi
- Coris y Alto Coris de Cartago
- San Antonio de Desamparados
- Higuito de Desamparados
- San Rafael Arriba de Desamparados

### **5.2.6. Frecuencia de movilización**

La movilización de vehículos para la operación del proyecto se requerirá principalmente para el traslado de personal y transporte de material. El sector donde la movilización es mayor sería hacia la Planta Potabilizadora, en donde se estima un aproximado de 160 viajes mensuales, entre autobuses, vehículos de carga liviana (mayor tránsito), camiones tipo tándem y camiones de 2 ejes, entre otros. La movilización hacia la Planta Potabilizadora es diaria pues su operación es de 24 horas, 7 días a la semana.

El desarenador, las casas de válvulas (Damas, Fátima y Jorco) y la zona de tanques de almacenamiento corresponden a otros frentes de trabajo durante la operación y se estiman aproximadamente 120 viajes mensuales de vehículos de carga liviana. La movilización hacia la Planta Potabilizadora es semanal.

### 5.2.7. Necesidades de recursos para la Fase de Operación

Las principales necesidades de recursos para la fase de operación, son las siguientes:

- **Agua:** 713 m<sup>3</sup>/mes de los cuales 46 m<sup>3</sup>/mes son para consumo humano y 667 m<sup>3</sup>/mes para la limpieza periódica del desarenador.
- **Electricidad:** 20 050 KWh por mes para todo el sistema, de los cuales 17,500 KWh se consumen en la planta potabilizadora.
- **Aguas residuales (alcantarillado):** en lo correspondiente a alcantarillado (aguas residuales), se indica en el Cuadro.5.2.1, las proyecciones de vertido de aguas residuales y pluviales al alcantarillado sanitario, previstos para cada proceso.
- **Mano de obra:** en el Cuadro.5.2.2 se describe el resumen del requerimiento de mano de obra durante la Fase Operativa del acueducto.

**Cuadro.5.2.1.** Proyección del requerimiento de vertido de agua al sistema de alcantarillado durante la Fase de Operación del Acueducto.

ID	Proceso o Sistema	Subproceso	Obra	Cantidad (m <sup>3</sup> /mes; m <sup>3</sup> /s; l/s)		Tratamiento
				Residual	Pluvial	
1	Conducción	Desarenador	Desarenador	160 l/s	N.d.	Se implementará un sistema de tratamiento tipo filtro prensa con acopio de sedimentos para recircular las aguas y sedimentos generados.
			Casa Válvulas CV-1	(1)	No se requiere	Colocación de retenedores de sedimentados
		Túnel "El Llano"	Casa Válvulas CV-2 y CV-3	(1)	No se requiere	Colocación de retenedores de sedimentados
		Túnel "Tejar"	Casa Válvulas CV-4 y CV-5	(1)	No se requiere	Colocación de retenedores de sedimentados
		Tubería de Conducción	Operaciones válvulas en líneas de acueducto	0.377 m <sup>3</sup> /s x Válvula de descarga y 0.283 m <sup>3</sup> /s x Válvula de limpieza	N.d.	Colocación de retenedores de sedimentados. Descargas de agua sobre ríos Navarro, Purires, Barahona y Lajas.
Casa Válvulas CV-6	(1)		N.d.	Colocación de retenedores de sedimentados		
2	Potabilización	Potabilización	Planta potabilizadora	10 m <sup>3</sup> /mes	6.5 m <sup>3</sup> /mes	PTAR para las aguas residuales de tipo ordinario y especial.
3	Distribución	Tuberías de Distribución	Válvulas	0.377 m <sup>3</sup> /s x Válvula de descarga y Q=0.283 m <sup>3</sup> /s x Válvula de limpieza	3 m <sup>3</sup> /mes	Colocación de retenedores de sedimentados. Descargas de agua sobre Quebrada Honda, ríos Damas y Salitral.

ID	Proceso o Sistema	Subproceso	Obra	Cantidad (m <sup>3</sup> /mes; m <sup>3</sup> /s; l/s)		Tratamiento
				Residual	Pluvial	
		Estaciones de válvulas	Válvulas	250 l/s	3 m <sup>3</sup> /mes	Colocación de retenedores de sedimentados. Descargas de agua sobre quebrada Honda y ríos Damas y Salitral.
		Tanques de almacenamiento	Válvulas	15 m <sup>3</sup> /mes	3 m <sup>3</sup> /mes	Descarga de agua sobre río Damas.
4	Generación eléctrica	Generación eléctrica	Minicentral hidroeléctrica	No habrá	2.5 m <sup>3</sup> /mes	Alcantarillado sanitario

**Fuente:** Elaboración propia (2017).

**Notas:**

(1) No se cuenta con la estimación del volumen de agua que podría verterse, ni del volumen de sedimentos que podría llevar el vertido.

**N.d.** No disponible el dato.

**Cuadro.5.2.2.** Requerimiento total de mano de obra durante la Fase Operativa del acueducto.

ID	Proceso o Sistema	Cantidad
1	Obras de Conducción	16
2	Planta potabilizadora	24
3	Tuberías de Distribución principales	6
4	Minicentral hidroeléctrica	2
	<b>Totales</b>	<b>48</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2017).

### 5.2.8. Gestión de residuos & de sustancias peligrosas: Fase de Operación

Las proyecciones de volúmenes de residuos y sustancias peligrosas a producir durante esta fase, así como las principales pautas de manejo, se precisan a continuación:

- **Sólidos:** 1 y 3 toneladas mensuales de estos tipos de residuos. Lo anterior tiene la siguiente composición: 1 tonelada de residuos no reciclables, 1,5 toneladas de residuos especiales y 0,5 toneladas de residuos peligrosos.
- **Líquidos:** las aguas residuales de tipo ordinario generadas en el sitio de la Planta Potabilizadora (10 m<sup>3</sup>/mes) serán tratadas mediante un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) de tipo ordinario.

Para las aguas residuales de tipo especial, generadas por la Planta Potabilizadora, así como por todas las instalaciones y actividades que generen aguas de este tipo, se diseñarán, implementarán y mantendrán sistemas para el tratamiento de las aguas residuales generadas en cada proceso, de acuerdo a la caracterización de las aguas generadas.

Para las aguas de tipo especial generadas por el desarenador, se implementará un sistema de tratamiento que permita recircular las aguas tratadas y sedimentos en el mismo proceso de lavado del desarenador.



Los residuos líquidos peligrosos que se estima van a generarse durante la Fase Operativa serían de 300 a 500 kg de residuos mensuales.

- **Gaseosos:** al igual que en la Fase Constructiva, pero en menor medida, se generarán óxidos de carbono (dióxido de carbono -CO<sub>2</sub>- y monóxido de carbono -CO-), óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno producto la combustión incompleta de los vehículos, así como material particulado. Es posible además que se generen emisiones de gases refrigerantes por el uso de aires acondicionados (se prevé no obstante el uso de equipos autorizados y no usar refrigerantes prohibidos).
- **Reciclables y/o reusables:** 500 kg por mes de residuos reciclables.
- **Materias primas y sustancias peligrosas:** se prevé el uso de sustancias tales como alcohol, baterías, combustibles, lubricantes, pilas, pinturas, agroquímicos, productos de limpieza, gas cloro, sulfato de aluminio, hipoclorito de calcio y polímero catiónico.

En el Programa de Gestión de Residuos y Sustancias Peligrosas que se elaborará para la Fase de Operación del proyecto, se detallará de manera específica el manejo de los residuos, involucrando estrategias para la prevención en la fuente, minimización en la generación de residuos, la reutilización, la valorización y la disposición ambientalmente segura de los mismos.

## **6. Normativa legal aplicable**

En dicho apartado del Estudio de Impacto Ambiental se presenta la legislación, normas técnicas y ambientales que regulan el proyecto y el espacio geográfico donde el mismo se desarrollará.

La legislación mínima que se deberá aplicar PVAAM, incluye las normas jurídicas y técnicas que se detallan en el Anexo 18.1 y en el Anexo 18.2.

## 7. Descripción del Ambiente Físico

### 7.1. Geología

La zona de estudio se localiza dentro de la cuenca del Valle Central, en donde se identifican formaciones sedimentarias con rango de edades del Mioceno y formaciones volcánicas e intrusivas del Mioceno Superior, Plioceno, Pleistoceno y Holoceno, así como depósitos inconsolidados del Holoceno (Figura 7.1.1).

A continuación, se presentan las principales características geológicas y geotécnica para cada uno de los componentes del proyecto.

#### 7.1.1. Componente 1 (Obras de captación – Desarenador)

En el sitio donde se construirán las obras de captación se encuentran areniscas finas y lutitas marinas someras con cementación calcárea de color gris oscuro, con un grado de fracturación y meteorización alto de la formación peña negra. Se encuentra cortadas por intrusivos de composición andesítica de la formación Aguacate. En la parte superior se presentan depósitos recientes como aluviones y coluvios, ambos de espesores variados.

Para este sector se definieron 8 unidades geotécnicas, cada una se describe a continuación:

- **UG1 (Suelo residual):** suelo formado por la meteorización de la roca madre la cual lo subyace. Material considerado como un limo arenoso con algunos bloques inmersos en la matriz.
- **UG2 (Depósitos aluviales con limos y arcillas):** depósitos provenientes de la quebrada Jucó. Se compone de una matriz areno limosa de compacidad muy floja y baja plasticidad, color café, con bloques subangulosos y subredondeados. Se considera un aluvión sucio por su gran porcentaje de finos.
- **UG3 (Depósitos coluviales):** depósitos originados por deslizamientos provenientes de las laderas cercanas a la zona donde se ubicará el Desarenador. Por su origen son materiales muy heterogéneos, con matriz limo arenosa de consistencia media y baja plasticidad, con bloques de tamaños desde centimétricos a métricos y en algunas zonas se observa presencia de troncos de árboles.
- **UG4 (Materiales conformados por escombros):** suelo conformado por escombros antiguos. Por su formación son materiales muy heterogéneos, con poca consolidación y propiedades geomecánicas pobres. Matriz que clasifica como arcilla orgánica de consistencia muy blanda y plasticidad media, presenta algunos bloques de tamaño centimétrico y se encuentran troncos inmersos en la matriz.
- **UG5 (Macizo rocoso meteorizado):** macizo rocoso moderadamente meteorizado de mala calidad (según RQD) compuesto por intercalaciones de lutitas y areniscas, cuya resistencia de la matriz es catalogada como media (roca dura). Presenta un sistema de dos familias de discontinuidades y algunas aleatorias.
- **UG6 (Macizo rocoso sano):** macizo rocoso sano, compuesto por intercalaciones de lutitas y areniscas y cuya resistencia de la matriz es catalogada como media (roca dura). Este material no interfiere con la estructura del Desarenador por lo que sus propiedades geomecánicas no fueron determinadas.

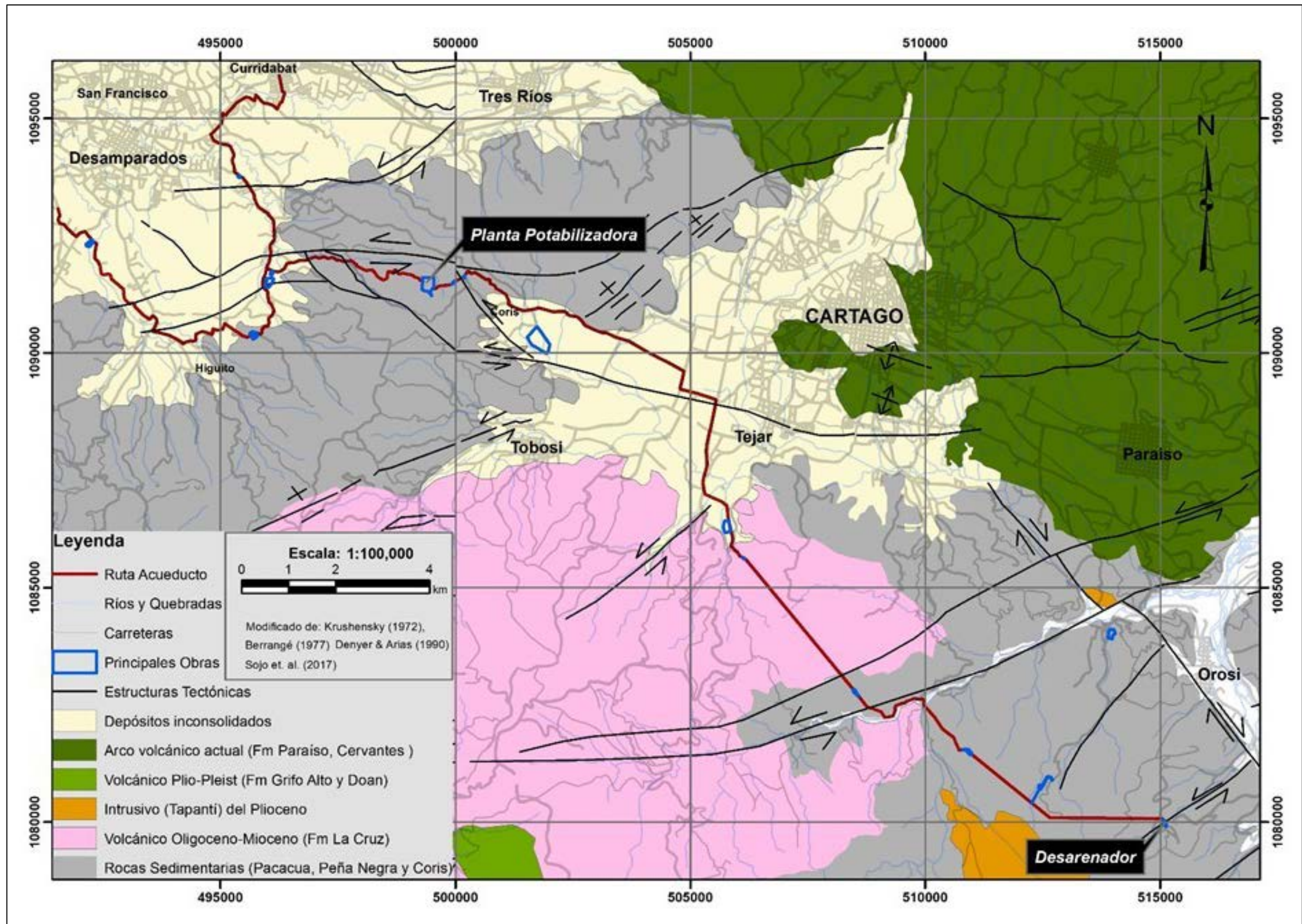


Figura 7.1.1. Mapa Geológico Regional.



- **UG7 (Zonas de fracturación o cizalla):** esta unidad está asociada a las zonas de cizalla indicadas en el modelo geológico. Corresponde con un macizo rocoso de muy mala calidad debido a su alto grado de fracturación. Puede presentar juntas con abertura ancha y con rellenos ocasionalmente de arenas, limos y arcillas, en los casos donde no presenta relleno puede ser muy permeable.
- **UG8 (Zona de falla Jucó):** esta unidad está asociada con la falla Jucó descrita en el modelo geológico. Corresponde con un macizo rocoso de muy mala calidad. Hacia los costados presenta un alto grado de fracturación con juntas con abertura muy ancha y rellenos arcillosos, arena o roca triturada. En el núcleo presenta un material que conforma zonas o bandas de arcilla, la cual lo vuelve impermeable.

Dado que las dimensiones de la estructura y profundidades de desplante son variables, se divide la estructura en 2 tramos. El primero estará cimentado en la UG3 (depósitos coluviales) y presenta variaciones tanto en el ancho de la estructura, así como variaciones en el espesor del coluvio. Además, este material tiene un espesor pequeño debajo de la profundidad de cimentación, la cual lo subyace la roca de la UG5. Bajo esta condición, se considera que el análisis para estas zonas es de una cimentación soportada por una base rígida a poca profundidad y en donde el desarrollo completo de la superficie de falla en el suelo estará restringido por el material rígido que lo subyace. Por su parte, el segundo tramo estará cimentado en la UG5 (macizo rocoso meteorizado).

La excavación requerida para la conformación de esta obra se planteó con taludes 1H:1V en el sector lateral donde se cortarán las unidades 2,3 y 4, asimismo taludes con pendientes 0.5H:1V en el sector de los portales donde el material predominante es el de la unidad geotécnica 5. En todos los casos los taludes tendrán bermas de 2.5 m de ancho a cada 6 m de altura.

Según los resultados obtenidos de los análisis de estabilidad, se definió la necesidad de utilizar refuerzo y protección a los taludes según cada zona.

## **7.1.2. Componente 2 (obras subterráneas)**

A continuación, se describen principalmente las unidades geológicas y geotécnicas que serán excavadas, así como las unidades superficiales que serán afectadas en los portales de entrada y salida del túnel.

### **7.1.2.1. Túnel el Llano**

Al igual que el desarenador se presentarían lutitas y areniscas, así como brechas de la formación Peña Negra, que en general corresponde a rocas de buena calidad geomecánica.

Desde la estación 3+900 hasta el portal de salida del túnel, se presenta un intrusivo arenitizado en contacto con la formación Peña Negra por falla. Es de esperar que su baja calidad mejore con la profundidad, y se encuentre menos alterado.

La parte superior de la secuencia la conforman tanto depósitos coluviales y aluviales, así como suelos residuales generados por la meteorización de areniscas y lutitas (portal de entrada), así como de rocas ígneas intrusivas (portal de salida).

A lo largo del trazo del túnel de conducción El Llano se definieron seis unidades geotécnicas, a saber:

- **UG1 (Areniscas sanas de fracturación media a buena):** macizo rocoso sano de calidad media a buena (según RQD) compuesto por areniscas e intercalaciones con lutitas y brechas y cuya resistencia de la matriz es catalogada como media (roca dura). Presenta un sistema de tres familias de discontinuidades y algunas aleatorias, con las siguientes características: espaciamiento moderado a amplio, persistencia media, fracturas parcialmente abiertas, rugosidad ondulada rugosa y lisa, rellenos duros de minerales de calcita y con una alteración nula a ligera. Esta unidad se caracteriza además por atravesar zonas de cobertura alta.
- **UG2 (Areniscas ligeramente meteorizadas):** macizo rocoso ligeramente meteorizado de calidad media (según RQD) compuesto por areniscas e intercalaciones con lutitas y brechas y cuya resistencia de la matriz es catalogada como media (roca dura). Presenta un sistema de tres familias de discontinuidades y algunas aleatorias, con las siguientes características: espaciamiento moderado, persistencia media, fracturas abiertas, rugosidad ondulada lisa y planar rugosa, rellenos areno limosos y roca desintegrada y con una alteración ligera a moderada. Esta unidad atraviesa zonas de cobertura alta.
- **UG3 (Areniscas moderadamente meteorizadas):** macizo rocoso moderadamente meteorizado de mala calidad (según RQD) compuesto por areniscas e intercalaciones con lutitas y brechas y cuya resistencia de la matriz es catalogada como media (roca dura). Presenta un sistema de tres familias de discontinuidades y algunas aleatorias, con las siguientes características: espaciamiento moderado a cercano, persistencia media, fracturas abiertas a moderadamente anchas, rugosidad planar rugosa y lisa, rellenos arcillosos y/o areno limosos con roca desintegrada y con una alteración moderada. Esta unidad atraviesa zonas de cobertura baja a moderada.
- **UG4 (Intrusivo sano):** macizo rocoso sano de calidad buena a muy buena (según RQD) compuesto por cuerpos intrusivos, cuya resistencia de la matriz es catalogada como alta (roca muy dura). Presenta un sistema de tres familias de discontinuidades y algunas aleatorias, con las siguientes características: espaciamiento amplio, persistencia baja, fracturas parcialmente abiertas, rugosidad ondulada rugosa, rellenos duros de minerales de calcita y con una alteración nula a ligera. Esta unidad se caracteriza además por atravesar zonas de cobertura alta.
- **UG5 (Intrusivo alterado):** macizo rocoso compuesto por cuerpos intrusivos con una condición alterada o descompuesta, prácticamente transformados en suelos, se conservan algunas estructuras (planos de discontinuidades). Con base en la resistencia a la compresión confinada y la clasificación SUCS, esta unidad clasifica como un suelo limoso de baja plasticidad con arena de consistencia media a firme.
- **UG6 (Fallas):** esta unidad está asociada con las zonas de fallas descritas en el modelo geológico. Corresponden con un macizo rocoso de muy mala calidad, debido a su alto grado de fracturación. Presentan juntas con una abertura muy ancha y con rellenos que conforman zonas o bandas de arcilla, arena, grava o roca triturada.

La excavación de esta obra presentará un comportamiento geotécnico mayoritariamente (cerca del 70% de la longitud) estable. Para el tramo restante se esperan problemas de inestabilidad de cuñas, sobre excavación y convergencias en zonas de falla. Para ello se propone un soporte temporal a base de arcos de acero, concreto lanzado y pernos.

Se propone que el portal de salida del túnel El Llano sea excavado con taludes 0.5H:1V hasta una altura de 12 m y posteriormente se realicen cortes con pendientes 1H:1V.

Igualmente, se deben considerar bermas de 3 m de ancho a cada 6 m de altura. Con lo anterior más la implementación de sistemas de protección contra erosión estos taludes se consideran estables.

#### **7.1.2.2. Túnel Tejar**

Consiste en una secuencia de arenisca cuarzosa con intercalaciones delgadas de lutita, y en algunas ocasiones tobas finas, vulcarenitas, limolitas y lutitas interestratificadas con ortocuarzitas y capas de lignito, de la Formación Coris.

La misma se encuentra sobreyacida por Ignimbritas, brechas volcánicas y tobas finas intercaladas con arenas volcanoclásticas, de la Formación La Cruz, así como flujos de lava andesítica y basáltica alteradas hidrotermalmente, debido a que se encuentra cortadas por diques, sill y stocks con espesores de hasta 80m.

La parte superior de la secuencia la conforman tanto depósitos coluviales y aluviales, así como suelos residuales generados por la meteorización de areniscas de la formación Coris

Para este túnel se determinaron en total cinco unidades geotécnicas, las cuales se describen a continuación:

- **UG1 (Intrusivo sano moderadamente fracturado):** macizo rocoso sano de buena calidad (según RQD) compuesto por un cuerpo intrusivo moderadamente fracturado. La resistencia de la matriz es catalogada como media (roca dura). Presenta un sistema de tres familias de discontinuidades y algunas aleatorias, con las siguientes características: espaciamiento cercano a muy cercano, persistencia baja, fracturas cerradas a parcialmente abiertas, rugosidad ondulada rugosa y lisa, rellenos duros de minerales de calcita y con una alteración ligera. Esta unidad se caracteriza además por atravesar zonas de cobertura media a alta.
- **UG2 (Intrusivo sano muy fracturado):** macizo rocoso sano de calidad mala a regular (según RQD) compuesto por cuerpos intrusivos muy fracturados y cuya resistencia de la matriz es catalogada como media (roca dura). Presenta un sistema de tres familias de discontinuidades y algunas aleatorias, con las siguientes características: espaciamiento moderado a amplio, persistencia baja, fracturas cerradas a parcialmente abiertas, rugosidad ondulada rugosa y planar rugosa, rellenos duros de minerales de calcita y con una alteración ligera a moderada. Esta unidad atraviesa zonas de cobertura alta.
- **UG3 (Areniscas y brechas fracturadas):** macizo rocoso ligeramente meteorizado de calidad regular (según RQD) compuesto por areniscas y brechas fracturadas. La resistencia de la matriz es catalogada como baja (moderadamente dura). Presenta un sistema de tres familias de discontinuidades y algunas aleatorias, con las siguientes características: espaciamiento moderado a amplio, persistencia alta, fracturas cerradas a parcialmente abiertas, rugosidad ondulada rugosa, rellenos arenos limosos, roca desintegrada y algunos duros de calcita con una alteración ligera a moderada. Esta unidad atraviesa zonas de cobertura media a alta.

- **UG4 (Areniscas y brechas muy fracturadas):** Macizo rocoso moderadamente meteorizado de mala calidad (según RQD) compuesto por areniscas y brechas muy fracturadas, cuya resistencia de la matriz es catalogada como baja (roca moderadamente dura).  
Presenta un sistema de tres familias de discontinuidades y algunas aleatorias, con las siguientes características: espaciamiento amplio, persistencia alta a muy alta, fracturas cerradas a parcialmente abiertas, rugosidad ondulada rugosa, rellenos limo-arenosos y roca desintegrada y con una alteración ligera a moderada. Esta unidad se caracteriza además por atravesar zonas de cobertura media a alta.
- **UG5 (Fallas):** esta unidad está asociada con las zonas de falla descritas en el modelo geológico. Corresponden con un macizo rocoso de muy mala calidad, debido a su alto grado de fracturación. Presenta juntas con una abertura muy ancha en algunos casos sin rellenos y otras con rellenos arcillosos de distinto espesor. Conforman zonas o bandas de arcilla, arena, grava o roca triturada.

La excavación de esta obra presentará un comportamiento geotécnico mayoritariamente (cerca del 72% de la longitud) estable. Para el tramo restante se esperan problemas de inestabilidad de cuñas, sobre excavación y convergencias en zonas de falla. Para ello se propone un soporte temporal a base de arcos de acero, concreto lanzado y pernos.

El portal de acceso o entrada al túnel Tejar será excavado con taludes 0.5H:1V con altura de 6 m y bermas de 3 m de ancho. Según los resultados obtenidos de los análisis de estabilidad, se definió la necesidad de utilizar refuerzo y protección a los taludes de corte.

El portal de salida del túnel Tejar será excavado con taludes 0.5H:1V con altura de 7 m y bermas de 3 m de ancho. Según los resultados obtenidos de los análisis de estabilidad, se definió la necesidad de utilizar refuerzo y protección a los taludes de corte.

### 7.1.2.3. Túnel Lajas

Consiste en una secuencia de areniscas cuarzosas con intercalaciones delgadas de lutita, y en algunas ocasiones tobas finas, de la formación Coris.

Es de esperar que el túnel atravesase espesores de falla en torno a los 8 m, con condiciones de material muy fracturado.

En las quebradas se ubican materiales redondeados o subredondeados de origen aluvial, y todas las unidades sobreyacidas por suelos residuales generados por la meteorización de areniscas y materiales de la formación Coris.

Para este túnel se determinaron 2 unidades geotécnicas, a saber:

- **UG4 (Areniscas alteradas):** macizo rocoso de calidad mala a media (según RQD) compuesto por areniscas con una condición alterada o descompuesta, la cual clasifica como una roca de resistencia muy baja (roca muy blanda). Se presentan tres sistemas de discontinuidades y algunos aleatorios con las siguientes características: espaciamiento moderado a amplio, persistencia media, fracturas abiertas, rugosidad ondulada lisa y planar rugosa, rellenos de partículas arenosas y roca desintegrada y con planos alterados. Esta unidad se caracteriza además por atravesar zonas de coberturas moderadas y en su mayoría altas.

- **UG5 (Fallas):** esta unidad está asociada con las zonas de falla descritas en el modelo geológico. Corresponden con un macizo rocoso de areniscas alteradas de muy mala calidad, debido a su alto grado de fracturación. Presentan juntas con una abertura muy ancha y con rellenos que conforman zonas o bandas de arcilla, arena y grava o roca triturada.

La excavación de esta obra presentará un comportamiento geotécnico mayoritariamente (cerca del 62% de la longitud) relacionado con problemas de inestabilidad en la cavidad a corto plazo. Para el tramo restante se esperan mayores problemas de inestabilidad, tanto en el frente como en la cavidad. Con lo anterior se requerirá principalmente un soporte a base de arcos de acero y concreto lanzado.

Con base en los análisis de estabilidad se propone que los portales de acceso al túnel Lajas sean excavados con taludes 0.5H:1V hasta una altura de 5 m, posteriormente se deben realizar cortes con pendientes 0.8H:1V hasta una altura total de 11 m y finalmente cuando los cortes superen los 11 m de altura, el talud superior llevará una pendiente de 1H:1V. Asimismo, se deben considerar dos niveles de bermas de 3 m de ancho, el primero a 5 m de altura y el segundo a 11 m. Para estos taludes se definió la necesidad de utilizar refuerzo y protección a los taludes de corte.

### 7.1.3. Componente 2 (Tuberías de conducción)

#### 7.1.3.1. Sector 3: Tramo entre túnel El Llano y el túnel Tejar

Para este sector de conducción se identificaron 4 unidades geológicas, Intrusivos y rocas alteradas que afloran a lo largo del primer kilómetro del sector 03 (estación 0+000 a 1+040) y posteriormente se identificó de la estación 2+080 hasta la estación 3+600. A pesar de que ambos tramos de la tubería (0+000 a 1+040 y 2+080 a 3+600) están agrupados dentro de la misma unidad geológica, las condiciones geológicas-geomecánicas son variables

Posteriormente una secuencia de rocas sedimentarias areniscas medias a finas que aflora desde la estación 1+060 hasta la estación 1+440 se interpreta que el cerro aislado presente entre las estaciones 1+580 a 1+680 está conformado de igual manera por esta litología.

Finalmente, una secuencia de rocas sedimentarias, tanto vulcarenitas como brechas finas, que aflora entre la estación 1+730 hasta la estación 1+840, el bastión de margen izquierda del puente tubo sobre el río Navarro se cimentará en esta unidad de roca.

Con base en el análisis de los resultados de la investigación geotécnica se definieron las siguientes unidades geotécnicas a lo largo de la conducción superficial en el sector 3:

- **UG1:** Limo de alta plasticidad de consistencia media ( $5 < N_{60} < 9$ ).
- **UG2:** Limo de baja plasticidad con arena de consistencia media a firme ( $7 < N_{60} < 14$ ).
- **UG3:** Limo de baja plasticidad con arena y grava de consistencia blanda ( $2 < N_{60} < 16$ ).
- **UG4:** Aluvión proveniente del río Sombrero, con una compacidad relativa suelta.
- **UG5:** Aluvión sucio (matriz areno limosa) con una compacidad relativa media.
- **UG6:** Aluvión proveniente del río Navarro, con una compacidad relativa suelta.
- **UG7:** Limo de baja plasticidad con grava de consistencia firme.



- **UG8:** Grava limosa con una compacidad relativa densa.
- **UG9:** Limo de baja plasticidad de consistencia media.
- **UG10:** Limo de alta plasticidad de consistencia blanda a media ( $4 < N_{60} < 7$ ).
- **UG11:** Grava limosa de compacidad relativa suelta a media ( $15 < N_{60} < 20$ ).
- **UG12:** Limo de alta plasticidad con grava de consistencia blanda ( $1 < N_{60} < 7$ ).
- **UG13:** Arena limosa de compacidad relativa suelta ( $4 < N_{60} < 13$ ).
- **UG14:** Limo arenoso sin plasticidad de consistencia media a firme ( $8 < N_{60} < 17$ ).
- **UG15:** Limo de alta plasticidad de consistencia media ( $5 < N_{60} < 10$ ).

Para este sector la tubería quedará mayoritariamente enterrada (cerca del 75%), para ello se conformarán zanjas y se colocará un relleno estructural para protección y soporte de la tubería. Los tramos expuestos serán soportados por bloques de anclaje y monturas dimensionados con base en la capacidad soportante del suelo.

### 7.1.3.2. Sector 5: Zona de San Isidro y El Tejar del Guarco

Para este sector de conducción se identificaron 3 unidades geológicas, la primera es una secuencia de rocas sedimentarias vulcarenitas y brechas finas, la cual se ubica en los primeros metros de la tubería de conducción del sector 05, caracterizada por corresponder en algunos sectores con una brecha compuesta por bloques subangulares de hasta un máximo de 4 cm inmersos en una matriz limo-arcillosa.

La mayor parte de la tubería de conducción del sector 05 se localiza en una unidad litológicamente de depósitos fluviolacustres que se caracterizan por la presencia de capas centimétricas de niveles limo-arcillosos del color gris y capas centimétricas de niveles arenas,

Finalmente fue posible identificar material de características diferentes descritos como limos y arenas con presencia de bloques correlacionados a partir de las evidencias geomorfológicas y regionales con depósitos laháricos antiguos. Estratigráficamente estos laháres continúan por debajo de los depósitos fluvio-lacustres y este sitio en particular corresponde con un contacto lateral entre ambas unidades.

Regionalmente el sector 05 está influenciado y es atravesado por la falla neotectónica Agua Caliente. A través de rasgos geomorfológicos presentes hacia el este del área de estudios y el análisis de deflexiones en cauces del área haciendo uso de modelos de elevaciones digitales aunado a los estudios geofísicos realizados fue posible establecer hasta 4 estructuras entre planos de fallas y alineamientos que intersecan la ruta de la tubería de acarreo en el sector 05.

Desde el punto de vista de mecánica de suelos, se definieron las siguientes unidades geotécnicas a lo largo de la conducción superficial en el sector 5:

- **UG1:** Arcilla densa de alta plasticidad de consistencia blanda ( $2 < N_{60} < 5$ ).
- **UG2:** Limo con arena y grava de plasticidad media y consistencia blanda ( $3 < N_{60} < 13$ ).
- **UG3:** Limo elástico arenoso de plasticidad media y consistencia blanda ( $2 < N_{60} < 5$ ).
- **UG4:** Arena arcillosa con grava de compacidad media ( $10 < N_{60} < 27$ ).
- **UG5:** Limo elástico arenoso de plasticidad y consistencia media ( $3 < N_{60} < 9$ ).
- **UG6:** Arcilla densa de alta plasticidad de consistencia blanda ( $1 < N_{60} < 7$ ).
- **UG7:** Limo elástico de plasticidad media y consistencia muy blanda ( $0 < N_{60} < 2$ ).
- **UG8:** Limo arenoso de baja plasticidad y consistencia blanda ( $0 < N_{60} < 2$ ).
- **UG9:** Arcilla densa de alta plasticidad de consistencia media firme ( $5 < N_{60} < 11$ ).
- **UG10:** Limo elástico arenoso de plasticidad media y consistencia firme ( $10 < N_{60} < 22$ ).

- **UG11:** Limo elástico arenoso de plasticidad media y consistencia de blanda a media ( $6 < N_{60} < 13$ ).
- **UG12:** Arena limosa con grava de compacidad media ( $15 < N_{60} < 20$ ).
- **UG13:** Arena limosa de compacidad suelta a media ( $5 < N_{60} < 17$ ).

Para este sector la tubería quedará enterrada en su totalidad. Al igual que el sector anterior se conformarán zanjas y se colocará un relleno estructural para protección y soporte de la tubería.

### 7.1.3.3. Sector 6 Tramo en la zona de Coris de Cartago

Para este sector de conducción se identificaron 5 unidades geológicas, inicialmente una secuencia de rocas sedimentarias vulcarenitas y brechas finas, localizada al final del sector 06. Geomecánicamente en el sector en el que se va a excavar o cimentar la tubería de conducción se presenta el macizo rocoso con un alto grado de meteorización.

Al norte del sector 06, el macizo está conformado por estas lavas descritas como una roca de grano grueso de color gris a café de origen volcánica fuertemente alterada de apariencia masiva. Geomecánicamente la roca se caracteriza con una dureza media.

Una gran parte de la tubería de conducción del sector 06 se localiza en la unidad de depósitos fluviolacustres que se caracterizan por la presencia de capas centimétricas de niveles limo-arcillosos del color gris y capas centimétricas de niveles arenas.

Para el sector de la tubería comprendido entre los SPT-30 y SPT-31 fue posible identificar material de características diferentes descritos como limo-arenosos con presencia de bloques correlacionados a las de los lahares antiguos.

Finalmente, los depósitos coluviales para el sector de estudio se describen como materiales limo-arenosos de consistencia blanda con mucha heterogeneidad litológicamente. Geomorfológicamente corresponden con abanicos coluviales provenientes del sistema montañoso ubicado hacia el norte.

Las principales estructuras tectónicas para el área de estudio corresponden con la falla Agua Caliente y la Falla Ochoмого, esta última atravesaría la tubería de conducción superficial en algunos sectores, sin embargo, la información actual no permite evaluar a detalle las posibles afectaciones que se podrían tener por esta estructura. Debe de evaluarse en las etapas posteriores si efectivamente las falla asociados al sistema Ochoмого intersecan la tubería.

Con base en la investigación realizada se definieron las siguientes unidades geotécnicas a lo largo de la conducción superficial en el sector 6:

- **UG1:** Limo elástico arenoso de plasticidad media y consistencia de blanda a media ( $6 < N_{60} < 13$ ). Corresponde con la UG11 del Sector 5.
- **UG2:** Limo arenoso ligeramente plástico y consistencia media ( $3 < N_{60} < 9$ ).
- **UG3:** Arena limosa de compacidad suelta ( $5 < N_{60} < 8$ ).
- **UG4:** Limo elástico arenoso de plasticidad y consistencia media ( $3 < N_{60} < 12$ ). Material presente en las cercanías del río Coris.
- **UG5:** Arcilla densa de alta plasticidad de consistencia blanda ( $4 < N_{60} < 6$ ).
- **UG6:** Limo arenoso de baja plasticidad y consistencia firme ( $N_{60} = 11$ ).
- **UG7:** Arena limosa de compacidad suelta ( $11 < N_{60} < 18$ ).
- **UG8:** Limo elástico arenoso de plasticidad y consistencia media ( $4 < N_{60} < 11$ ).
- **UG9:** Limo arenoso de plasticidad media y consistencia firme ( $8 < N_{60} < 20$ ).

- **UG10:** Arena limosa de compacidad suelta ( $8 < N_{60} < 16$ ).
- **UG11:** Arcilla densa con arena de alta plasticidad y consistencia media ( $5 < N_{60} < 12$ ).
- **UG12:** Arena limosa de compacidad media ( $10 < N_{60} < 23$ ).
- **UG13:** Arcilla densa de alta plasticidad de consistencia blanda a media ( $3 < N_{60} < 8$ ).

Para este sector la tubería quedará enterrada en su totalidad. Al igual que el sector anterior se conformarán zanjas y se colocará un relleno estructural para protección y soporte de la tubería.

#### **7.1.3.4. Sector 7 Tramo en la zona de Coris de Cartago**

Las unidades geológicas corresponden a las mismas indicadas en el sector del túnel Lajas.

Para este sector de la tubería de conducción se definieron las siguientes unidades geotécnicas:

- **UG1:** Arcilla densa de alta plasticidad de consistencia blanda a media ( $3 < N_{60} < 8$ ). Corresponde con la UG13 del Sector 6.
- **UG2:** Arcilla de consistencia firme ( $11 < N_{60} < 21$ ).
- **UG3:** Limo de plasticidad baja a media y consistencia media ( $3 < N_{60} < 8$ ).
- **UG4:** Macizo rocoso de calidad mala a media (según RQD) compuesto por areniscas con una condición alterada o descompuesta, la cual clasifica como una roca de resistencia muy baja (roca muy blanda).
- **UG6:** Limo de alta plasticidad con arena de consistencia firme ( $8 < N_{60} < 23$ ).
- **UG7:** Limo de baja plasticidad con arena de consistencia muy firme ( $30 < N_{60} < 38$ ).

Para este sector una parte de la tubería quedará enterrada (cerca del 58%), para ello se conformarán zanjas y se colocará un relleno estructural para protección y soporte de la tubería. Los tramos expuestos serán soportados por bloques de anclaje y monturas dimensionados con base en la capacidad soportante del suelo y en una parte de este sector se incluye la tubería a través del túnel Lajas.

#### **7.1.4. Componente 3 (Planta Potabilizadora)**

La unidad principal sobre la que se construiría la planta potabilizadora correspondería a materiales volcánicos asociados a la formación La Cruz, principalmente lavas alteradas que aumentan su calidad geomecánica a mayor profundidad.

Con base en el análisis de los resultados anteriormente mostrados y tomando como referencia la información geológica correspondiente, se definieron las siguientes unidades geotécnicas como parte del modelo geotécnico del sitio de la Planta Potabilizadora.

- **UG1:** Limo de alta plasticidad de consistencia media ( $5 < N_{60} < 10$ ).
- **UG2:** Limo de alta plasticidad con arena de consistencia firme ( $11 < N_{60} < 23$ ).

### 7.1.5. Componente 4 (Tuberías de distribución)

La formación Coris aflora en el sector sur del área de las tuberías y representa los materiales del basamento rocoso en esta región. Corresponde con ortocuarcitas o areniscas cuarzosas, las cuales se encuentran en paquetes masivos de varios metros de espesor.

Los perfiles de suelos residuales que tienden a desarrollarse en estas litologías son en realidad reducidos, con lo cual es típico observar cuando mucho 2 metros de suelo, seguido de un regolito que oscila entre 1 y 1,5 m, para luego tener la roca meteorizada o sana.

La Fm Coris presenta un contacto transicional con la Fm. San Miguel, la cual se encuentra inmersa en ella. La línea de conducción del proyecto corta esta formación únicamente cerca del sitio de Tanques Jesús de Praga en las estaciones 1+600 del Tramo N°2, está constituida por calizas bioclásticas que pueden tener intercalaciones con areniscas guijarrosas y vulcarenitas.

El contacto superior de la Fm. Coris es concordante con la Fm. La Cruz, que se encuentra aflorando en el sector oeste del área de estudio en forma de parches aislados y está constituida por coladas de lavas principalmente basálticas y tobas.

Es importante mencionar que el perfil de meteorización que muestran materiales de la Formación La Cruz es bastante desarrollado, con lo cual el desarrollo del proyecto de acueducto difícilmente tenga confluencia con materiales rocosos, sino más bien las excavaciones superficiales dentro de esta formación estarán circunscritas a suelos.

El modelo geotécnico a lo largo de todo el sistema de distribución se basó en las pruebas de laboratorio y la exploración de campo tanto del área de Ingeniería Geotécnica como Geológica. Este modelo geotécnico consideró las condiciones del sitio y las propiedades geomecánicas representativas de los materiales, con ello se definieron las unidades geotécnicas para cada uno de los tramos de tubería y demás obras. A continuación, se describe cada Unidad Geotécnica (UG) y sus subunidades, las cuales se establecieron a partir de la consistencia estimada del  $N_{SPT}$ .

- UG1: Suelos residuales de naturaleza cohesiva, matriz compuesta por materiales arcillosos y limosos.
  - UG1A: Consistencia blanda, con valores de  $0 < N_{SPT} < 4$ .
  - UG1B: Consistencia media, con valores de  $4 < N_{SPT} < 8$ .
  - UG1C: Consistencia compacta, con valores de  $8 < N_{SPT} < 15$ .
  - UG1D: Consistencia muy compacta, con valores de  $15 < N_{SPT} < 30$ .
  - UG1E: Consistencia dura, con valores de  $30 < N_{SPT} < 60$ .
- UG2: Regolito de naturaleza cohesiva, matriz compuesta por materiales arcillosos y limosos.
  - UG2A: Consistencia blanda, con valores de  $0 < N_{SPT} < 4$ .
  - UG2B: Consistencia media, con valores de  $4 < N_{SPT} < 8$ .
  - UG2C: Consistencia compacta, con valores de  $8 < N_{SPT} < 15$ .
  - UG2D: Consistencia muy compacta, con valores de  $15 < N_{SPT} < 30$ .
  - UG2E: Consistencia dura, con valores de  $30 < N_{SPT} < 60$ .
- UG3: Regolito de naturaleza friccionante, matriz compuesta por materiales arenosos.
  - UG3B: Consistencia media, con valores de  $4 < N_{SPT} < 8$ .
  - UG3D: Consistencia muy compacta, con valores de  $15 < N_{SPT} < 30$ .
  - UG3E: Consistencia dura, con valores de  $30 < N_{SPT} < 60$ .
- UG4: Arenisca meteorizada de naturaleza cohesiva, matriz compuesta por materiales arcillosos y limosos.

- UG4D: Consistencia muy compacta, con valores de  $15 < N_{SPT} < 30$ .
- UG5: Coluvios de naturaleza cohesiva, matriz compuesta por materiales arcillosos y limosos.
  - UG5A: Consistencia blanda, con valores de  $0 < N_{SPT} < 4$ .
  - UG5B: Consistencia media, con valores de  $4 < N_{SPT} < 8$ .
  - UG5C: Consistencia compacta, con valores de  $8 < N_{SPT} < 15$ .
  - UG5D: Consistencia muy compacta, con valores de  $15 < N_{SPT} < 30$ .
  - UG5E: Consistencia dura, con valores de  $30 < N_{SPT} < 60$ .
- UG6: Suelo residual de naturaleza friccionante, matriz compuesta por materiales arenosos con presencia de grava.
  - UG6D: Consistencia compacta, con valores de  $8 < N_{SPT} < 15$ .
- UG7: Macizo rocoso sedimentario, arenisca de grano medio, el macizo se encuentra fracturado con una meteorización moderada a muy alterada.

### **7.1.6. Escombreras**

A continuación, se presentan los aspectos geológicos y geotécnicos más relevantes para cada sitio de escombrera.

#### **7.1.6.1. Escombrera Piedra Grande**

En este sitio existe una capa de suelo vegetal la cual se debe remover para colocar los escombros. El material de cimentación corresponde con material aluvial de compacidad relativa firme.

Para esta escombrera la conformación de los rellenos se plantea con taludes 1.75H:1V de 8 m de altura, los cuales se consideran estables.

#### **7.1.6.2. Escombrera Cedral**

Durante el desarrollo del estudio de impacto ambiental no fue posible realizar ensayos geotécnicos de campo, debido a que el propietario no otorgó los permisos correspondientes. Dadas las características geomorfológicas del sitio se estima que el material de fundación para a esta escombrera presentará condiciones similares a lo descrito para la escombrera Piedra Grande.

El sitio de escombrera Cedral será conformado con taludes 1.75H:1V y tendrá una altura máxima cercana a los 18 m con bermas de 4 m de ancho a cada 7 m de altura, con lo cual no se prevén posibles mecanismos de ruptura que provoquen un deslizamiento del relleno.

#### **7.1.6.3. Escombrera Guatuso**

El modelo geotécnico para este sitio se conceptualizó como varios depósitos de arcillas de diferentes consistencias.

Esta escombrera será conformada con taludes 3H:1V y tendrá una altura máxima cercana a los 7 m. Los taludes se consideran estables, pero se recomienda considerar drenajes por medio de trincheras para mejorar el sitio de cimentación donde se colocará el futuro relleno.

#### **7.1.6.4. Escombrera Coris**

El sitio de la escombrera Coris está compuesto por capas de suelo tipo limos de alta plasticidad y arcillas de consistencia variable.

A partir de la propuesta geométrica de factibilidad el sitio de escombrera Coris será conformado con taludes 3H:1V y tendrá una altura máxima cercana a los 9 m. Esta propuesta se considera aceptable desde el punto de vista de estabilidad de taludes, no obstante, por la cercanía a ciertas las quebradas se presentan problemas de niveles freáticos altos por lo que se podrían necesitar drenajes superficiales por medio de trincheras para evitar presiones y socavación del relleno a colocar.

#### **7.1.6.5. Escombrera Damas**

En este sitio se planteó un modelo geotécnico de dos capas. Una compuesta por arcilla densa con arena y la otra de arcilla ligera.

Con respecto a la estabilidad de laderas, no se prevén posibles mecanismos de falla que provoquen un deslizamiento del relleno que se colocará para conformar la escombrera. Aunque es importante garantizar el cumplimiento de factores de seguridad mínimo, por lo tanto, se recomienda zonificar la escombrera y procurar colocar los materiales de mejor calidad en el contorno de la misma, donde se forman los taludes correspondientes. Este relleno preliminarmente tendría una altura máxima de 12 m, con taludes 1.5H:1.0V.

#### **7.1.6.6. Escombrera Jorco**

Este sitio presenta una primera capa de suelo arcillosos con arena y otra capa conformada por limos elásticos con arena.

Con respecto a la estabilidad del sector, no se evidencian posibles mecanismos de falla que provoquen un deslizamiento del relleno de escombrera. El relleno tendría una altura máxima de 8.5 m, con taludes 1.5H:1.0V.

## 7.2. Geomorfología

Para la elaboración de este apartado, se analizaron las formas del relieve mediante Modelos Digitales del Terreno (MDT), imágenes satelitales y comprobación de campo.

Se interpretaron formas y procesos que se originan sobre la superficie terrestre en los últimos 10.000 años. Lo anterior con el objetivo de identificar las pendientes, tipos de modelados, formas y procesos que se desarrollan en el Área de Influencia Indirecta (AII) Geomorfológica.

### 7.2.1. Pendientes

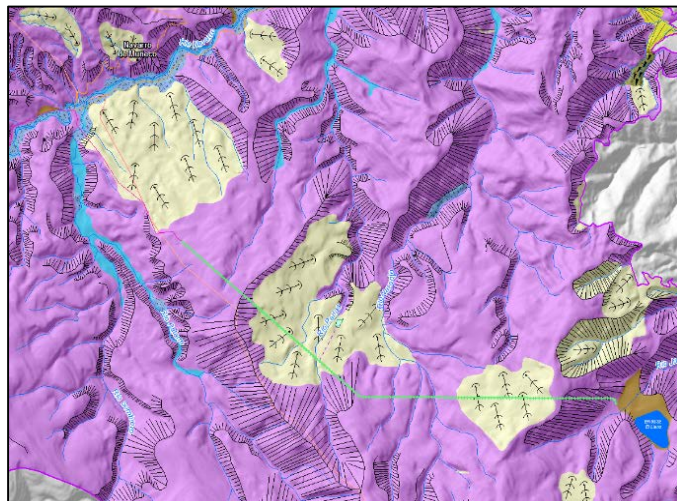
Se determinaron 4 categorías de pendientes:

- Plano Ondulado: pendientes con porcentajes menores al 30%. Representan aproximadamente el 60% del Área de Influencia Indirecta (AII) Geomorfológica.
- Fuertemente ondulada: corresponde a las pendientes que se encuentran entre los 30 – 60%, abarcando aproximadamente una cuarta parte del AII.
- Escarpada: Cubre cerca del 7.5% del área de influencia. Comprenden las pendientes que se encuentran entre los rangos de 60-75%.
- Muy escarpada: Son los terrenos cuyas pendientes sobrepasan el 75% de inclinación. Esto representa un 7.5% del AII.

### 7.2.2. Unidades Geomorfológicas

#### 7.2.3. Modelado Multifacético

Se encuentran en los sectores donde existen fuertes pendientes y cobertura forestal densa; y en los sectores de cumbres, es posible encontrar rocas de origen plutónico (intrusivo). Esta topografía de facetas se muestra, por lo tanto, ordenada por el entalle de los ríos, por las pendientes acusadas y por las lluvias abundantes, sobre todo en la zona altas de Orosi, Jucó y Tapantí (Figura 7.2.1).

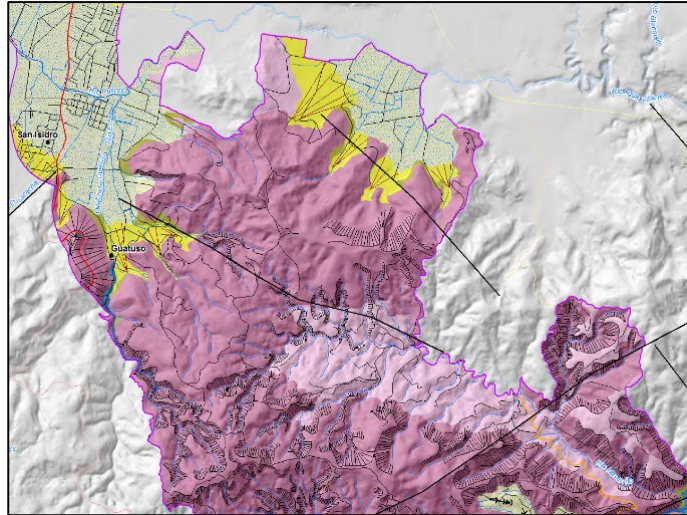


**Figura 7.2.1.** Detalle geomorfológico de la unidad Modelado Multifacético

Fuente: Elaboración propia

#### 7.2.4. Modelado Multiconvexo

Este tipo de modelado lo podemos encontrar en el sector sur de la ciudad de Cartago, en las estribaciones del flanco norte de la cordillera de Talamanca, justo donde empiezan a dibujarse los piedemontes de esta cordillera (Figura 0.0.1).



**Figura 7.2.2.** Modelado multiconvexo, sur ciudad Cartago

Fuente: Elaboración propia

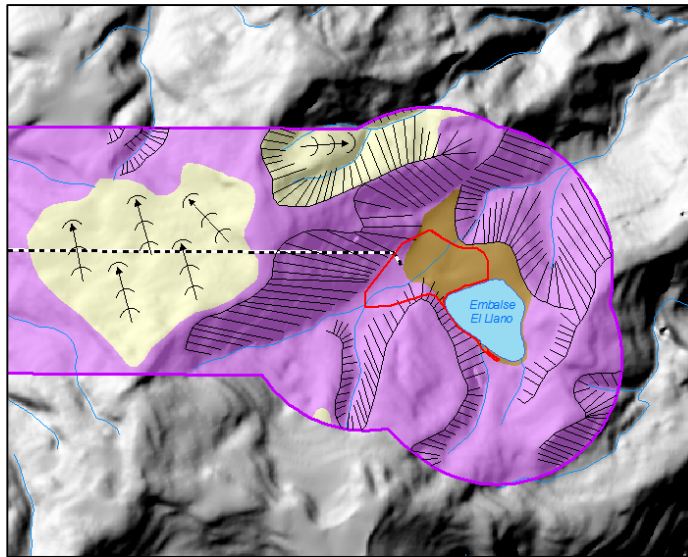
#### 7.2.5. Modelado agradacional

##### a. Depósitos de coluvios

Corresponde a un sector de acumulación de depósitos de materiales producto de deslizamientos cercanos que se encuentran en la parte alta de la cuenca del río Jucó.

En la Figura 7.2.3 se observa el Área de Proyecto de las obras del Desarenador y la zona de depósitos de coluvios, rodeados por un relieve de tipo multifacético, caracterizado principalmente por fuertes pendientes, taludes de erosión y procesos de deslizamientos.



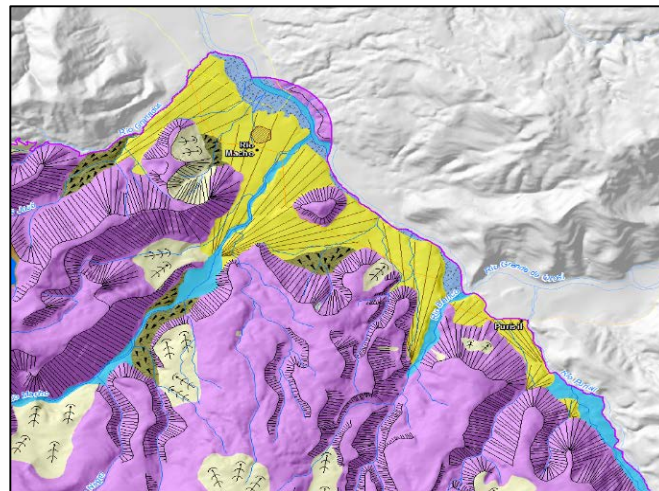


**Figura 7.2.3.** Depósitos de coluvios en los alrededores del Desarenador.

Fuente: Elaboración propia

**b. Conos de deyección**

Estos conos se pueden encontrar en la base de las montañas. Los sectores más representativos de este tipo de modelado se encuentran en la base de las montañas de Orosi y Tapantí. Se trata de poderosos conos coalescentes y disectados, con pendientes relativamente suaves, formados por los depósitos fluviales y torrenciales durante el Cuaternario, de los ríos Blanco, Macho y Granados (Figura 0.0.2).

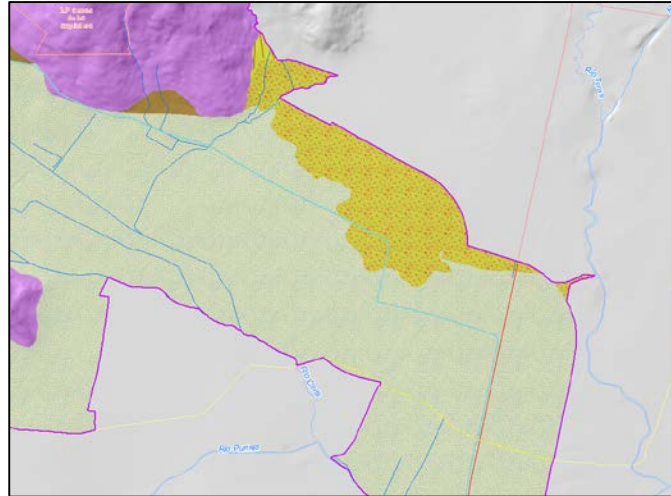


**Figura 7.2.4.** Conos de deyección coalescentes, sector Río Macho.

Fuente: Elaboración propia

### c. Depósitos laháricos

Flujos de barro que se desplazó por el río Reventado depositándose al oeste de la ciudad de Cartago. La Figura 0.0.3 muestra el remanente de este lahar en el sector este del Pie de Monte de los cerros de la Carpintera.

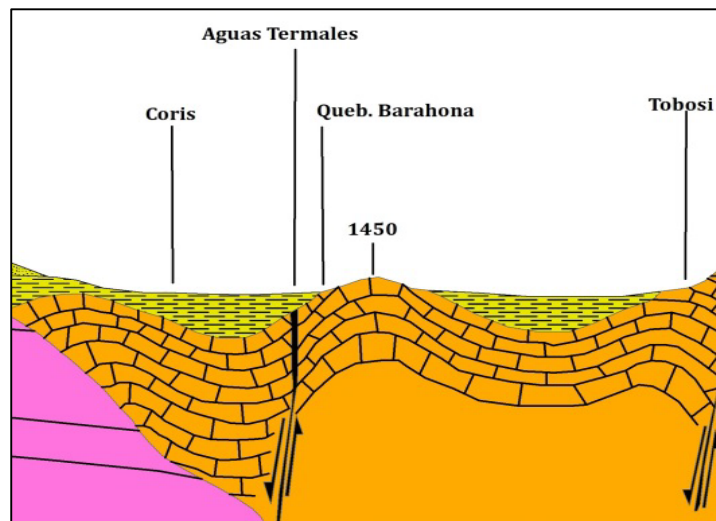


**Figura 7.2.5.** Depósitos laháricos, sector Coris. Cartago.

Fuente: Elaboración propia

### d. Depresión paleo-lacustre valle Coris

Se encuentra en la cuenca de Coris, la cual es una depresión tectónica y lacustre colmatada. Esta depresión corresponde a un sinclinal fallado (Figura 0.0.4).



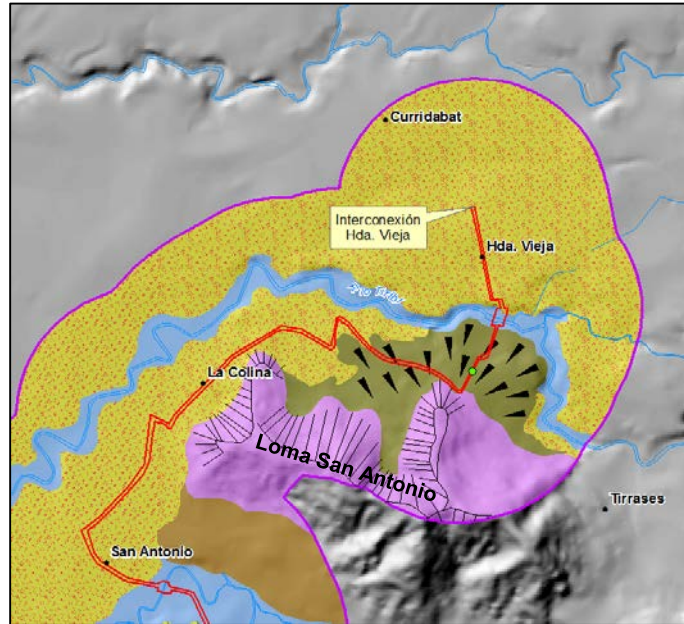
**Figura 7.2.6.** Sinclinal fallado de la depresión paleo-lacustre Coris

Fuente: Bergoeing, 2014

### e. Depósitos de avalancha

En la Figura 7.2.7 se puede apreciar los materiales de avalancha que se acumularon en el sector norte, a los pies de la loma San Antonio, los cuales sepultaron y modificaron la topografía preexistente.

Estos materiales alcanzaron la margen izquierda del río Tiribí, el cual se encargó de cortar este depósito y de trasladar estos materiales a través de su cauce.



**Figura 7.2.7.** Depósitos de avalancha, Loma San Antonio

Fuente: Elaboración propia

### 7.2.5.2. Modelado fluvial

#### a. Terrazas fluviales

La Figura 7.2.8 , corresponde dos niveles de terrazas fluviales localizadas en la margen derecha del río Navarro. El nivel T1 corresponde a la terraza actual del río Navarro, mientras que el nivel T2 es de una terraza antigua, producto de la acción erosiva del propio río (1) y las fuerzas tectónicas (falla Navarro). El río Navarro (2) se muestra en esta fotografía y se indica su dirección, el cual fluye hacia el oeste.



**Figura 7.2.8.** Terrazas fluviales, margen derecha río Navarro.

Fuente: Propia. 18/07/2017

#### **b. Valles fluviales**

Tal como la muestra la Figura 7.2.9 , el Valle de Orosi, presenta laderas de fuertes pendientes las cuales finalizan en un valle de fondo plano, haciendo que las pendientes del talweg disminuyan considerablemente, lo que tiene como consecuencia frenar la fuerza del caudal (ruptura de carga), creando así un sistema anastomosado del lecho fluvial, formado por islotes de cantos rodados de gran tamaño y bloques, todos bien desgastados (Bergoeing, 2014).



**Figura 7.2.9.** Vista panorámica del valle de fondo plano del río Grande de Orosi

Fuente: Propia. 29/05/2018

La Figura 7.2.10, muestra el mapa geomorfológico, el cual describe y ubica espacialmente las formas, modelados y procesos que se desarrollan en el Área de Influencia Indirecta (AII) Geomorfológica.



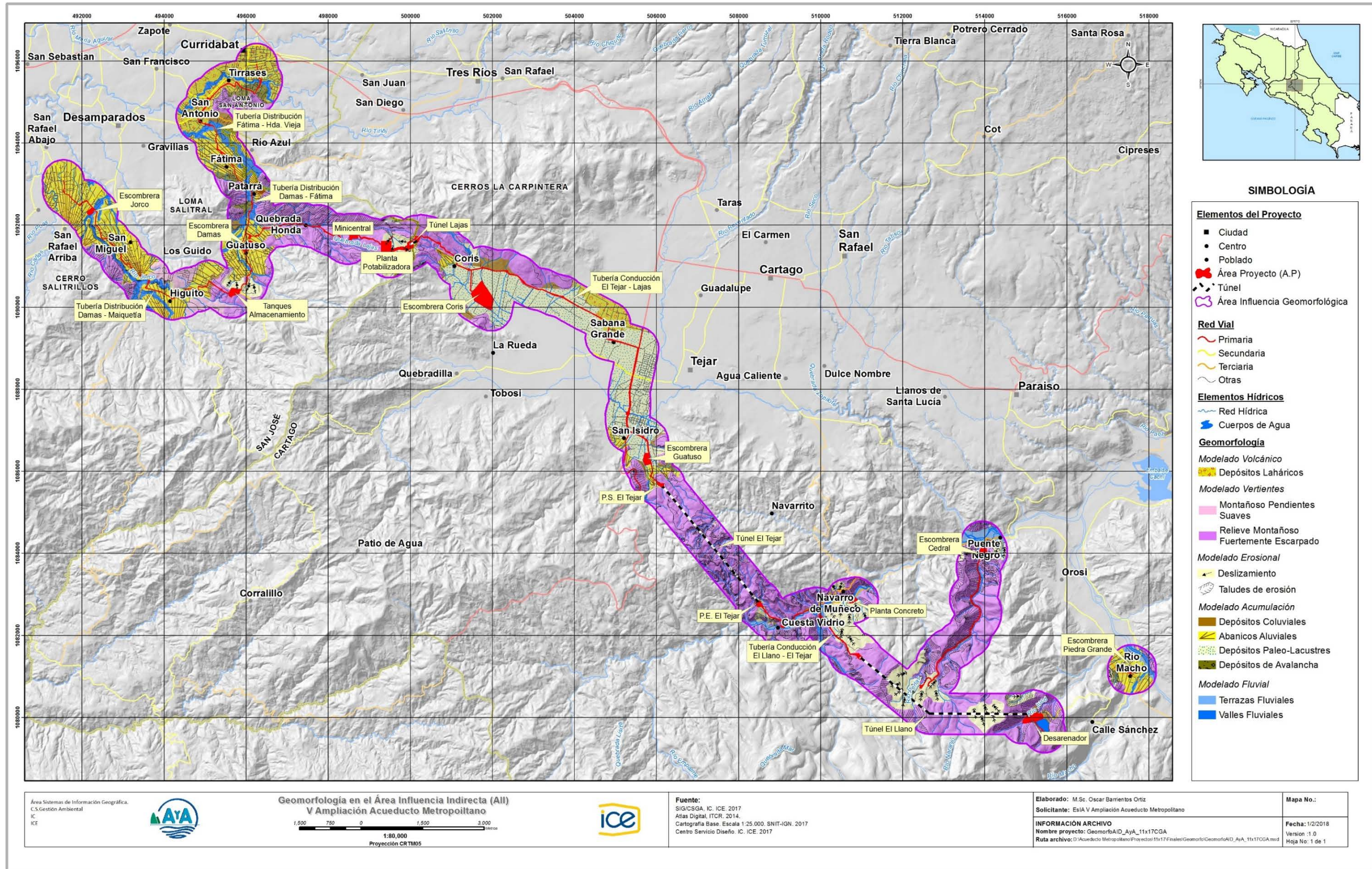


Figura 7.2.10. Geomorfología del Área de Influencia Indirecta (AII)



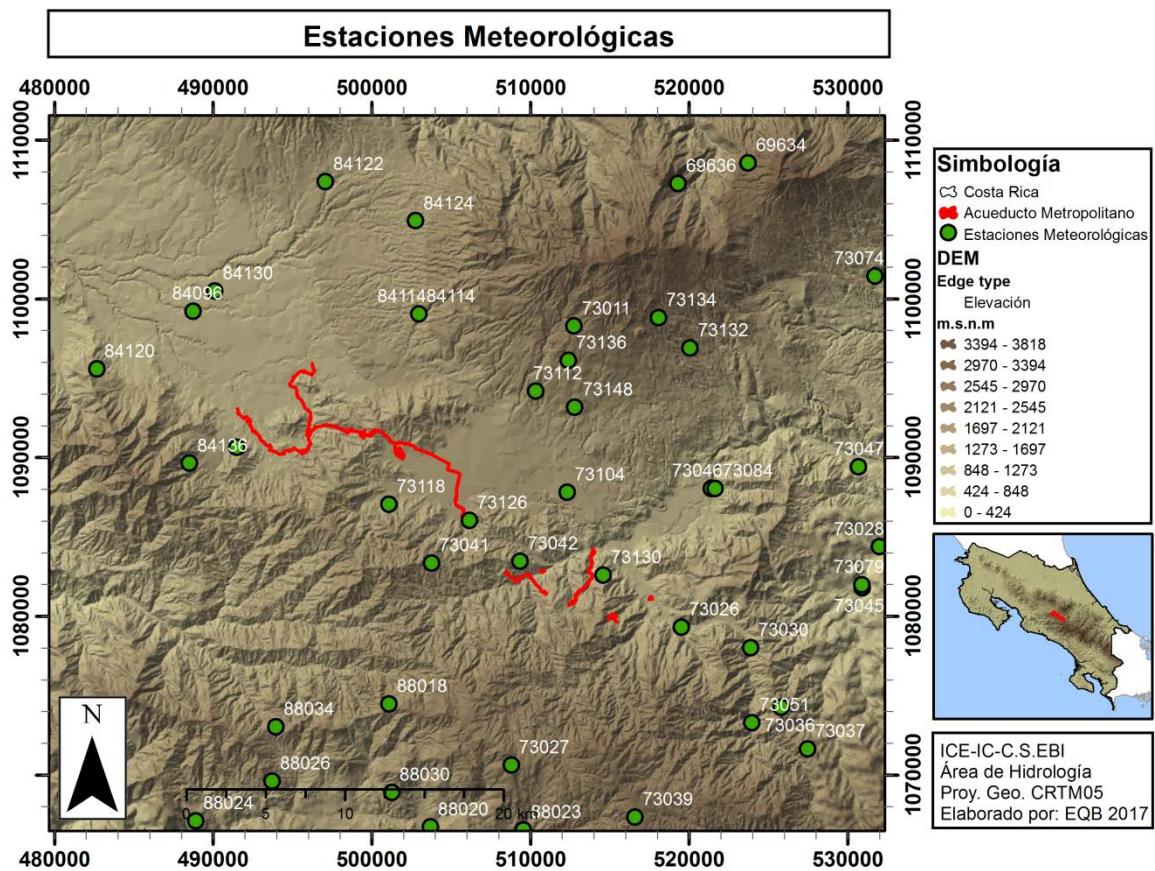
## 7.3. Clima

### 7.3.1. Caracterización climática

El área de proyecto tiene una posición geográfica que se caracteriza por presentar un régimen climático con una fuerte componente vinculada a los aportes de la vertiente del Pacífico y una leve contribución secundaria del patrón de lluvias del Caribe, en la primera hay una marcada diferenciación entre la época seca y la lluviosa, mientras que en la segunda las precipitaciones se mantienen a lo largo del año con una alta pluviosidad.

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, en la zona de análisis se distingue el tipo de clima Tropical Lluvioso (Cw'a), el cual se presenta en la parte alta de la vertiente del Pacífico y en la región del Valle Central occidental entre los 800 y 2900 m.s.n.m.

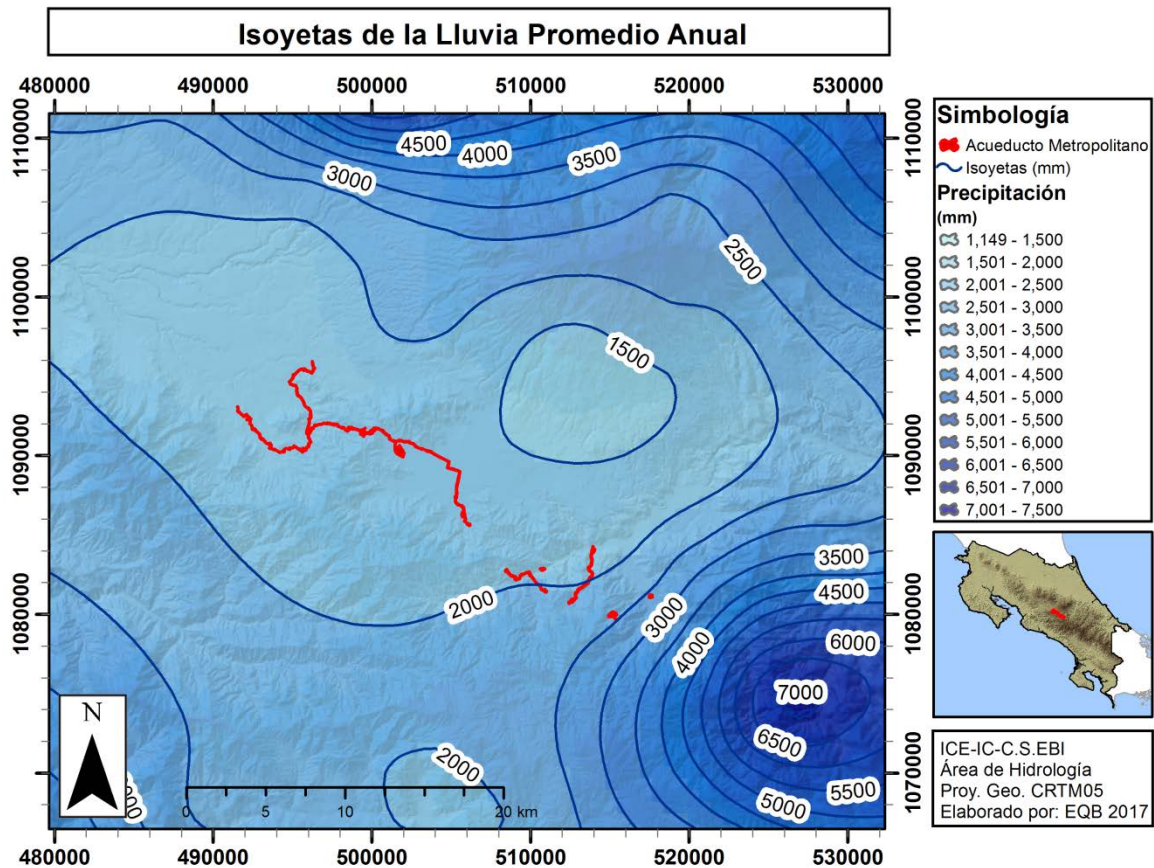
En el cálculo de las isoyetas medias anuales se utilizaron datos de un total de 44 estaciones de la red de medición del ICE. En la Figura 7.3.1 se muestra la ubicación del proyecto y de las estaciones meteorológicas.



**Figura 7.3.1.** Ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas en el análisis climático de la zona del acueducto metropolitano del AyA

En la Figura 7.3.2 se muestra la distribución espacial de la lluvia mediante las isoyetas medias anuales, en mm, para el periodo 1970-2017.

Con base en dicha figura se puede notar como la precipitación máxima alcanza los 2000 mm en el sector oeste del área del acueducto mientras hacia el este sureste hay una porción del acueducto que alcanza a los 2500 mm. La precipitación media areal se estimó en 1617 mm.

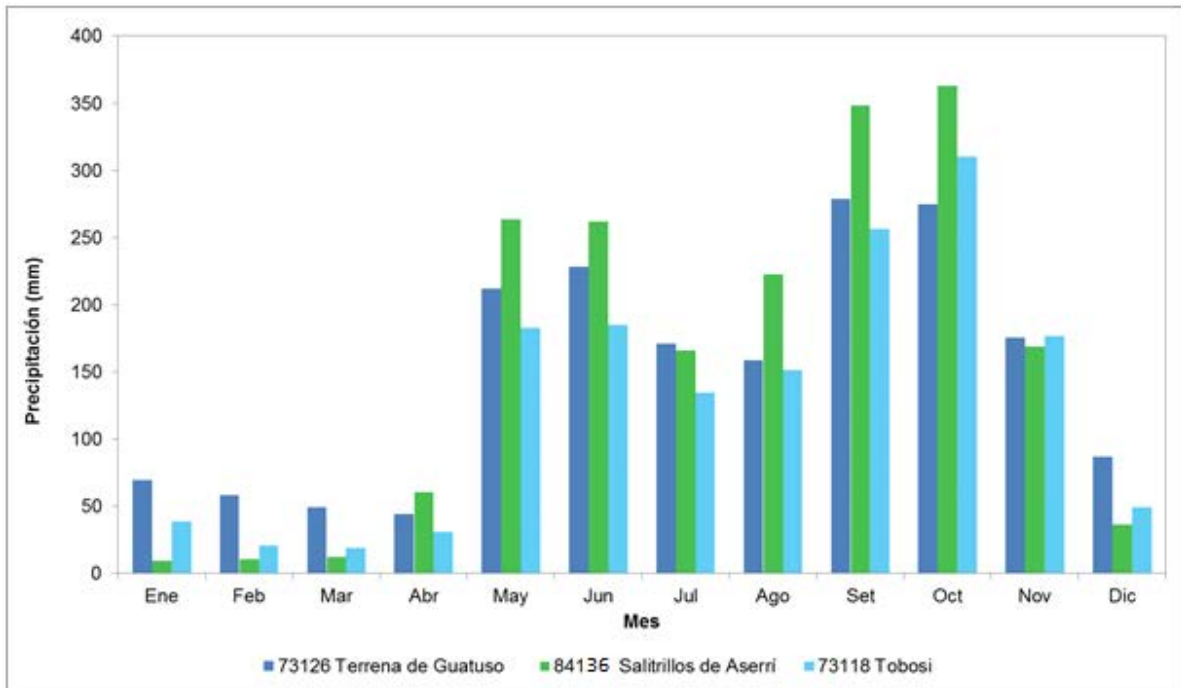


**Figura 7.3.2.** Isoyetas medias anuales en mm en la zona del proyecto de ampliación del acueducto metropolitano del AyA

En el análisis de la distribución temporal de la precipitación se analizaron las estaciones: 73118 Tobosi, periodo 2001-2017, 73126 Terrena de Guatuso, periodo 2003-2017 y 84136 Salitrillos de Aserrí, periodo 1992-2017.

En la Figura 7.3.3 se muestran los valores de precipitación promedio mensual de estas tres estaciones, los cuales son similares entre sí, con lo que se puede decir que en el área del acueducto metropolitano predomina el tipo de lluvia bimodal que obedece principalmente a la influencia del patrón tipo Pacífico. Con una estación seca definida de diciembre a abril y una época lluviosa de mayo a noviembre, en la que se presenta una disminución de las lluvias llamada “veranillo” o “canículas” en el mes de julio.

En la estación 73116 Terrena de Guatuso, las lluvias de diciembre a marzo, levemente mayores que en las otras dos estaciones, obedecen a la influencia que tienen el patrón de lluvias del Caribe en la zona, dejando ocasionales lluvias débiles y lloviznas en los periodos especialmente de arribo de empujes polares o de frentes fríos.



**Figura 7.3.3.** Precipitación promedio mensual en mm en las estaciones cercanas al proyecto de ampliación del acueducto metropolitano del AyA

En cuanto al análisis de las variables temperatura, humedad relativa y viento, se utilizó la información de la estación 73126 Terrena de Guatuso, la cual se encuentra a una elevación de 1416 m.s.n.m., y cuenta con datos del periodo 2003-2017.

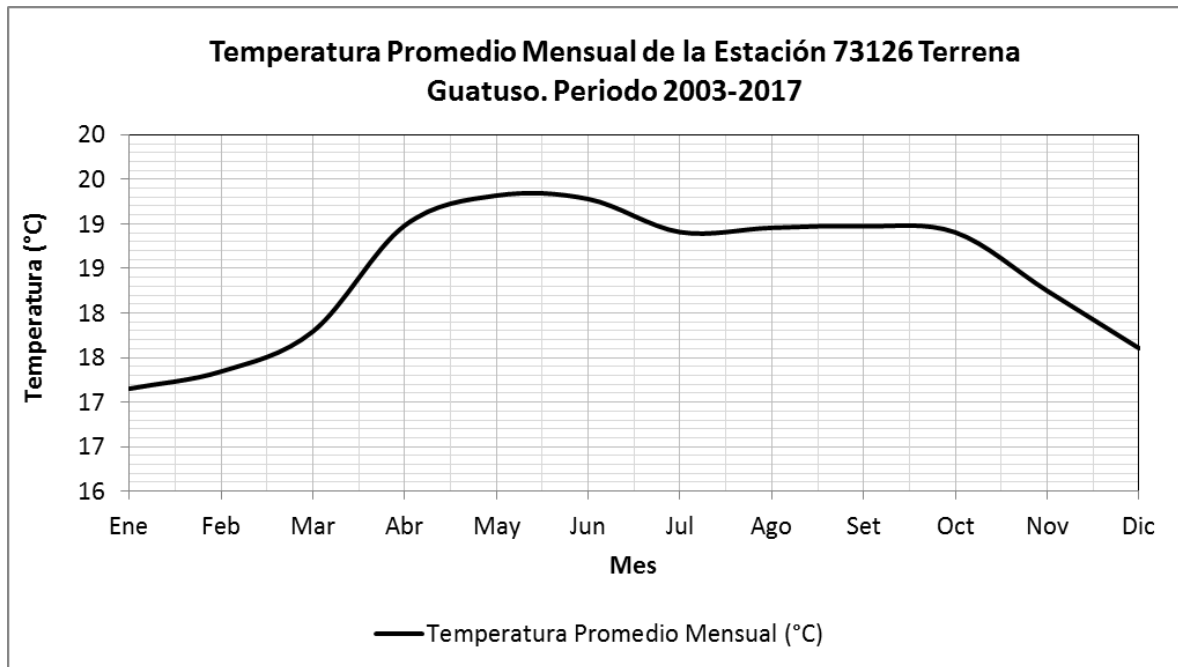
En la Figura 7.3.4 se observa la variación de la temperatura promedio mensual registrada en esta estación, donde se observa un máximo de 19,3 °C en los meses de mayo a junio, y un mínimo de 17,2 °C en enero.

Las temperaturas máximas absolutas oscilan en el rango de 20,0 a 26,2 °C y las temperaturas mínimas absolutas oscilan entre los 12,6 y los 17,0 °C. En el Cuadro.7.3.1 se muestran los valores medios mensuales.

**Cuadro.7.3.1.** Humedad Relativa (%) mensual de la estación meteorológica 73126 Terrena de Guatuso localizada al este del acueducto metropolitano del AyA

Estaciones	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual (%)
73126 Terrena de Guatuso	88	86	86	87	89	90	90	89	90	91	91	90	89





**Figura 7.3.4.** Temperaturas promedio mensuales de la estación 73126 Terrena de Guatuso, en °C. Periodo 2003-2017

El máximo de humedad relativa de 91% ocurre en los meses de octubre y noviembre y coincide con los meses más lluvioso de la estación húmeda, mientras que los meses de enero y marzo tienen el menor porcentaje de humedad el cual corresponde al 86%. El valor promedio anual de humedad relativa es de 89 %.

Para la variable viento se consideró que los registros de la estación Terrena de Guatuso son representativos del área de estudio, ya que se encuentra en la misma dirección del flujo predominante. En el Cuadro.7.3.2 se presentan los valores promedio mensuales de intensidad y dirección predominante en dicha estación, donde se destaca que a lo largo del año las velocidades fueron más altas entre diciembre a marzo, cuando alcanzan 2,1 m s<sup>-1</sup>.

Entre abril y noviembre los valores se mantienen entre 1,7 y 1,2 m s<sup>-1</sup>. La dirección predominante es este-sureste.

**Cuadro.7.3.2.** Patrón de variación mensual de la velocidad promedio y la dirección predominante del viento para la estación 73126 Terrena de Guatuso. Periodo 2003-2017

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
<b>Velocidad (m s<sup>-1</sup>)</b>	2,1	2,0	1,9	1,7	1,4	1,3	1,6	1,5	1,3	1,2	1,5	1,9
<b>Dirección Predominante</b>	SE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE

## 7.4. Hidrología

### 7.4.1. Aguas superficiales

#### 7.4.1.1. Ubicación y Áreas de Influencia Directa e Indirecta

El Área de Influencia Directa (AID) del Área de Proyecto (AP) está conformada por varios sitios de obra, entre las que destacan: el desarenador, los sitios de escombreras, ventanas de túnel, planta de concreto, planta potabilizadora, estación de válvulas, tanques de almacenamiento y tuberías, entre otras. Estos polígonos de AID fueron delimitados como las zonas por las que los residuos serían arrastrados hasta el cauce más cercano en caso de que exista alguna inundación.

Por otra parte, el Área de Influencia Indirecta (AII) se tomó como el área de la cuenca del río afectado hasta que este confluya con un río con una cuenca similar en área, y que, además, no presente ningún tipo de alteración debido al proyecto.

El AP fue asociada a tres cuencas en las que el ICE cuenta con registros hidrológicos. Específicamente, las cuencas corresponden al área de drenaje de los ríos Grande de Orosi y Navarro, ubicados en la cuenca del río Reventazón, y del río Tiribí, ubicado en la cuenca del río Grande de Tárcoles. En el Cuadro.7.4.1 se indican las principales propiedades de estas estaciones de referencia.

**Cuadro.7.4.1.** Principales propiedades de las estaciones hidrológicas utilizadas

Código	Nombre	Río	Área drenaje (km <sup>2</sup> )	Período registro	Precipitación (mm/año)	Caudal promedio anual (m <sup>3</sup> /s)
09-19	Palomo	Grande de Orosi	371	1971 - 2017	4265	12.2
09-45	Puente Negro	Navarro	273	1971 - 2017	1875	9.3
24-28	Anonos	Tiribí	213	1991 - 2007	1975	12.3

En la Figura 7.4.1 se muestra la ubicación del AP y de las estaciones hidrológicas con la delimitación de las cuencas y la red de drenaje respectiva.



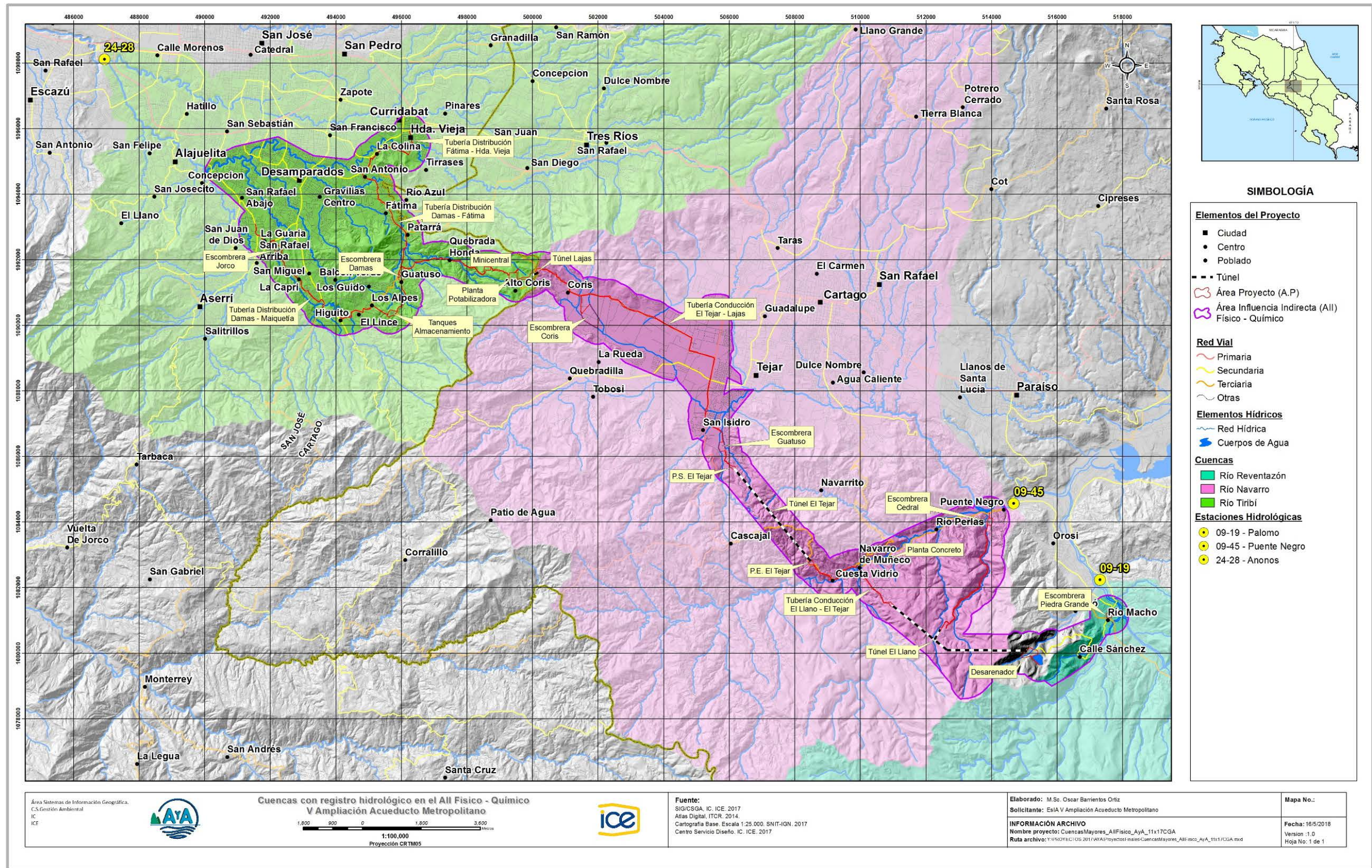


Figura 7.4.1. Delimitación de las cuencas con registro hidrológico del proyecto V ampliación del acueducto metropolitano del AyA



## Obras en cauce

Se identificó dentro del área de proyecto que el sistema de tuberías de conducción y distribución debe de pasar por 36 sitios de cruce de ríos y quebradas. Los principales ríos a intervenir son: Sombrero, Purires, Coris, Navarro, Jorco, Damas y Tiribí, y las principales quebradas son: Lajas y Honda. Las condiciones *in situ* de cada sitio de cruce definen el tipo de paso a utilizar, ya sea subterráneo, como los pasos con Perforación Horizontal Dirigida (PHD), o los elevados como el uso de puente-tubos.

En el Cuadro.7.4.2 se presenta un resumen de los tipos de cruce de ríos o quebradas propuestos por tipo de tubería. En la Figura 7.4.1 se muestra la ubicación de los 36 sitios de cruce a lo largo del área de proyecto.

**Cuadro.7.4.2.** Detalle del tipo de cruce de río o quebrada por tipo de tubería

<b>Tipo de paso por río o quebrada</b>	<b>Tubería Conducción</b>	<b>Tubería Distribución</b>
Subterráneo con intervención cauce	11	7
Subterráneo con PHD	0	2
Elevado con puente tubo	2	7
Elevado entre monturas	1	0
Alcantarilla	2	2
Vado	2	0
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>18</b>



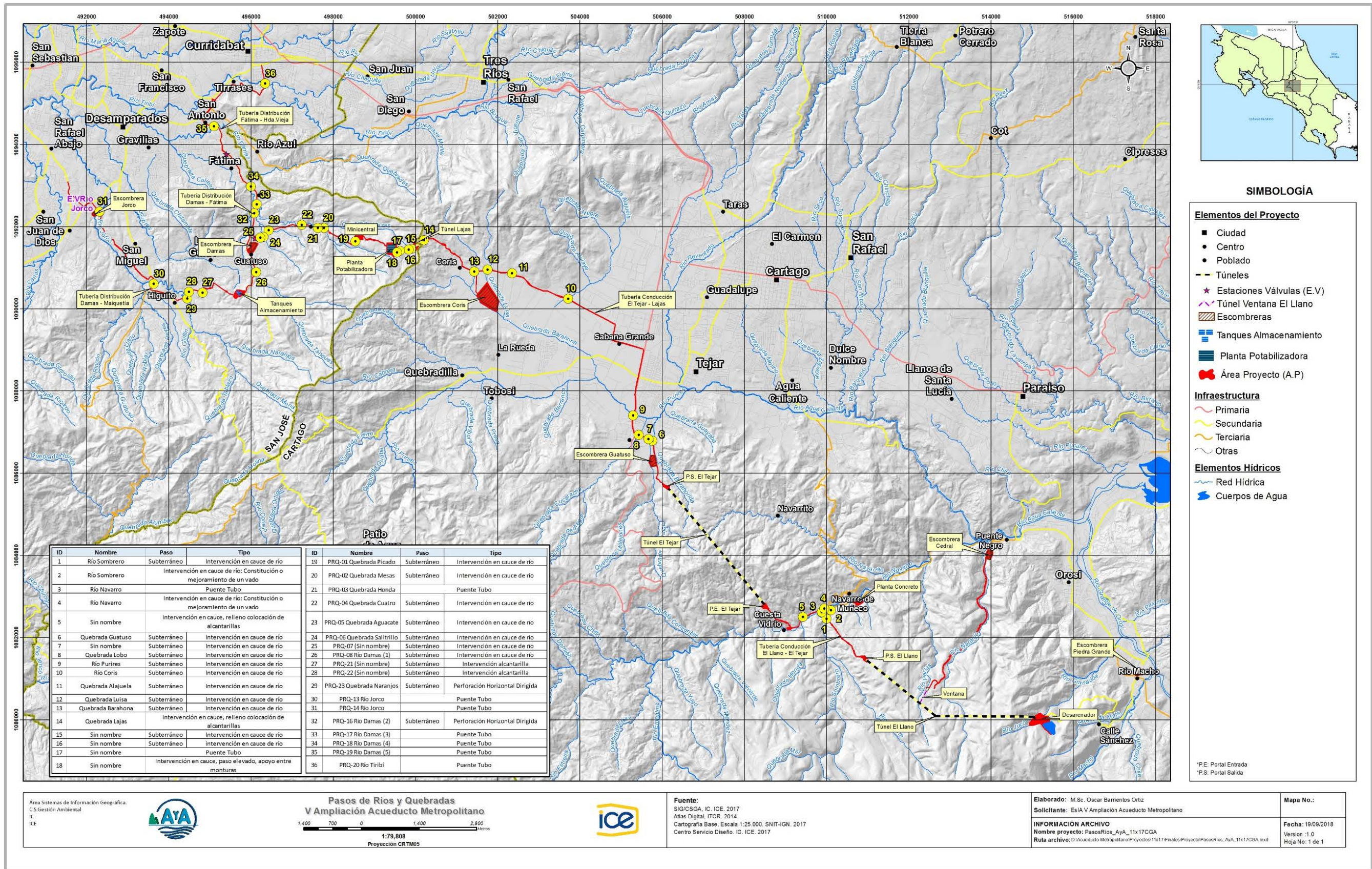


Figura 7.4.2. Ubicación de los 36 sitios de cruce de ríos y quebradas.



## Escombreras

El área de proyecto contempla la construcción de 6 escombreras distribuidas a lo largo de las cuencas definidas por las estaciones 0919 Palomo (una escombrera), 0945 Puente Negro (tres escombreras) y 2428 Anonos (dos escombreras). Para efectos del análisis hidrológico se supuso que el punto de desfogue de estas obras se encontraba en el río o curso de agua más cercano, como se detalla en el Cuadro.7.4.3.

**Cuadro.7.4.3.** Escombreras a ser construidas

	<b>Escombrera</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Cuenca ICE sociada</b>	<b>Río al que desfoga (supuesto)</b>
1	Piedra Grande	2.15	Palomo	Grande de Orosi
2	Coris	14.2	Puente Negro	Quebrada Barahona
3	El Cedral	2.02	Puente Negro	Río Naranjo
4	Guatuso	2.91	Puente Negro	Quebrada Guatuso
5	Damas	2.61	Anonos	Río Damas
6	Jorco	0.75	Anonos	Río Jorco

## Planta potabilizadora

El proyecto contempla la construcción de una planta potabilizadora de aguas en un terreno de 4.1 ha. Para efectos del análisis hidrológico se supuso el desfogue de la misma en la Quebrada Honda. La cuenca a la cual se desfogarían las aguas de escorrentía de la planta corresponde a la Quebrada Mesas, la cual posee un área de drenaje aproximada de 85 ha, una elevación media de 1525 m.s.n.m., una precipitación promedio anual de 1615 mm, una pendiente promedio de 22.3% y una longitud de cauce de 1.4 km.

## Tanques

El proyecto contempla la construcción de cuatro tanques de almacenamiento los cuales poseen un área conjunta de 1.04 ha. La cuenca a la cual se desfogarían las aguas de escorrentía de los tanques corresponde al río Damas y posee un área aproximada de 359 ha, una elevación media de 1510 m.s.n.m., una precipitación promedio anual de 1700 mm, una pendiente promedio de 38.4% y una longitud de cauce de 3.2 km.

## Estaciones de válvulas

El área de proyecto contempla la construcción de 3 estaciones de válvulas ubicadas en la cuenca de la estación hidrológica 24-28 Anonos. Para efectos del análisis hidrológico se supuso que el punto de desfogue de estas obras se encontraba en el río o curso de agua más cercano, como se detalla en el Cuadro.7.4.4.

**Cuadro.7.4.4.** Estaciones de válvulas a ser construidas

<b>No.</b>	<b>Estación de válvulas</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Cuenca ICE asociada</b>	<b>Río al que desfoga (supuesto)</b>
1	Fátima	0.15	Anonos	Quebrada Fátima
2	Damas	0.36	Anonos	Quebrada Honda
3	Jorco	0.22	Anonos	Río Jorco

### 7.4.1.2. Caudales promedio diarios

Dado que no se cuenta con series de caudal en los sitios de interés fue necesario utilizar metodologías indirectas para la estimación de caudales medios. Con base en las propiedades morfológicas de las cuencas en los sitios de interés, y las curvas de duración teóricas obtenidas suponiendo un modelo Gamma, se estimaron los siguientes caudales medios diarios en litros por segundo (l/s).

Del Cuadro.7.4.5 al Cuadro.7.4.9 se indican los valores estimados en los principales sitios de obra.

### Obras en cauce

**Cuadro.7.4.5.** Caudal promedio diario y cuantiles asociados a distintas probabilidades de excedencia en los sitios de obras en cauce.

ID	Curso de agua	Caudal promedio (l/s)	Caudales asociados a distintas probabilidades de excedencia (l/s)							
			5%	20%	40%	50%	60%	70%	90%	95%
1	Río Sombrero	720	2050	1145	680	525	400	290	95	50
2	Río Navarro	1600	4555	2540	1510	1170	885	640	215	115
3	Quebrada Guatuso	175	500	280	165	130	95	70	25	15
4	Quebrada Lobo	85	240	135	80	60	45	35	10	5
5	Río Purires	1340	3815	2130	1265	980	740	535	180	95
6	Río Coris	190	540	300	180	140	105	75	25	15
7	Sin nombre	18	52	28	16	14	10	8	2	2
8	Quebrada Luisa	32	92	50	30	24	18	12	4	2
9	Quebrada Barahona	34	96	54	32	24	18	14	4	2
10	Quebrada Lajas	3	9	5	3	2	2	1	0	0
11	Quebrada Picado	5	12	8	5	4	3	3	1	1
12	Quebrada Mesas	230	566	350	230	188	152	120	54	34
13	Quebrada Honda	230	565	350	230	190	150	120	55	35
14	Quebrada Cuatro	260	640	395	260	215	170	135	60	40
15	Quebrada Aguacate	20	50	30	20	15	15	10	5	5
16	Quebrada Salitrillo	30	75	45	30	25	20	15	5	5
17	Sin nombre	16	40	24	16	14	10	8	4	2
18	Río Damas (1)	190	470	290	190	155	125	100	45	30
19	Quebrada Naranjos	360	885	545	360	295	240	185	85	55
20	Río Jorco	475	1170	720	475	390	315	245	110	70

ID	Curso de agua	Caudal promedio (l/s)	Caudales asociados a distintas probabilidades de excedencia (l/s)							
			5%	20%	40%	50%	60%	70%	90%	95%
21	Río Jorco	1130	2785	1715	1130	925	750	585	265	170
22	Río Damas (2)	665	1640	1010	665	545	440	345	155	100
23	Río Damas (3)	700	1725	1065	700	575	465	365	165	105
24	Río Damas (4)	740	1825	1125	740	605	490	385	175	110
25	Río Damas (5)	1115	2745	1690	1115	915	740	580	265	170
26	Río Tiribí	3930	9680	5965	3935	3225	2605	2040	930	595

### Escombreras

**Cuadro.7.4.6.** Caudal promedio diario y cuantiles asociados a distintas probabilidades de excedencia en los puntos de desfogue supuestos para la escombrería de las escombreras.

ID	Escombrera	Caudal promedio (l/s)	Caudales asociados a distintas probabilidades de excedencia (l/s)							
			5%	20%	40%	50%	60%	70%	90%	95%
1	Piedra Grande	12200	29270	18345	12300	10170	8305	6585	3135	2070
2	Coris	155	440	245	145	115	85	60	20	10
3	El Cedral	300	855	475	285	220	165	120	40	20
4	Guatuso	130	370	205	125	95	70	50	20	10
5	Damas	255	630	385	255	210	170	130	60	40
6	Jorco	1185	2920	1800	1185	970	785	615	280	180

### Planta potabilizadora

**Cuadro.7.4.7.** Caudal promedio diario y cuantiles asociados a distintas probabilidades de excedencia en los puntos de desfogue supuestos para la planta potabilizadora.

Caudal promedio (l/s)	Caudales asociados a distintas probabilidades de excedencia (l/s)									
	5%	10%	20%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95%
40	98	80	60	40	32	26	20	16	10	6

### Tanques

**Cuadro.7.4.8.** Caudal promedio diario y cuantiles asociados a distintas probabilidades de excedencia en los puntos de desfogue supuestos para la escombrería de los tanques de almacenamiento.

Caudal promedio (l/s)	Caudales asociados a distintas probabilidades de excedencia (l/s)									
	5%	10%	20%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95%
180	445	360	275	180	150	120	95	70	45	25



## Estaciones de válvulas

**Cuadro.7.4.9.** Caudal promedio diario y cuantiles asociados a distintas probabilidades de excedencia en los puntos de desfogue supuestos para la escorrentía de las estaciones de válvulas

ID	Estación	Caudal promedio (l/s)	Caudales asociados a distintas probabilidades de excedencia(l/s)							
			5%	20%	40%	50%	60%	70%	90%	95%
1	Fátima	32	78	48	32	26	22	16	8	4
2	Damas	32	78	48	32	26	22	16	8	4
3	Jorco	1130	2785	1715	1130	925	750	585	265	170

### 7.4.1.3. Caudales máximos

Dado que no se cuenta con series de caudales máximos instantáneos en los sitios de interés se utilizaron metodologías de cálculo indirecto para la estimación de caudales máximos asociados a varias probabilidades de excedencia. Para el caso de cuencas cuyas áreas fueran inferiores a 20 km<sup>2</sup> se utilizó como modelo de lluvia-escorrentía el método racional, mientras que para cuencas cuyas áreas fueran mayores a dicho valor se trasladaron, mediante una relación de áreas, los resultados de los análisis de frecuencia individual en las estaciones: Palomo, Puente Negro y Anonos, y los resultados del análisis regional.

Del Cuadro.7.4.10 al Cuadro.7.4.17 se indican los valores estimados en los principales sitios de obra.

## Obras en cauce

**Cuadro.7.4.10.** Coeficientes de escorrentía y cuantiles asociados a distintas probabilidades de excedencia según método racional para las cuencas asociadas a las obras en cauce con áreas menores a 20 km<sup>2</sup>.

#\ p <sub>e</sub>	Coeficiente escorrentía						Caudal máximo instantáneo (l/s)					
	1/2	1/5	1/10	1/25	1/50	1/100	1/2	1/5	1/10	1/25	1/50	1/100
1	35	39	41	45	48	52	71000	96400	110600	131400	150800	175000
3	41	44	47	51	54	58	42100	54700	62100	78000	88300	100600
4	42	46	48	52	55	59	21800	26000	32200	37700	45600	48900
6	37	40	42	46	49	53	46600	55600	69000	81300	92700	106300
7	36	39	41	45	48	52	5900	7400	8700	11100	12300	14500
8	36	40	42	46	49	53	9200	12400	13800	17800	19900	23600
9	36	40	42	46	49	53	9800	12500	14800	18100	21400	24200
10	37	40	42	46	49	53	900	1200	1400	1700	2000	2300
11	36	40	42	46	49	52	1100	1500	1700	2100	2400	2700
12	38	41	43	48	51	55	47200	56800	65200	77200	88500	98900
13	38	41	43	48	51	55	48000	60700	69400	82000	90500	104500

# p <sub>e</sub>	Coeficiente escorrentía						Caudal máximo instantáneo (l/s)					
	1/2	1/5	1/10	1/25	1/50	1/100	1/2	1/5	1/10	1/25	1/50	1/100
14	40	43	46	50	53	57	53400	67800	77600	91600	101100	112800
15	42	46	48	52	55	59	5400	6900	8000	9600	10800	12200
16	38	42	44	48	51	55	7300	9000	10600	12800	14800	16400
17	60	64	67	71	75	79	5700	7200	8300	10100	11500	12900
18	37	41	43	47	50	54	40400	51300	58600	69200	79100	88400
19	38	42	44	48	51	55	66200	80700	89300	107200	119200	133800
20	38	42	44	48	51	55	82000	100700	111700	128300	143300	161400
22	41	45	47	51	55	59	167600	208100	244900	294900	333100	369200
23	39	43	45	49	53	57	126200	154800	179700	205300	228100	256600
24	41	45	47	52	55	59	132100	162600	189600	216500	240600	270700

**Cuadro.7.4.11.** Cuantiles asociados a varias probabilidades de excedencia según el método de traslado área-precipitación del análisis de frecuencia individual para las cuencas asociadas a las obras en cauce con áreas mayores a 20 km<sup>2</sup>.

#	Cuenca ICE de referencia	Caudal máximo instantáneo (m <sup>3</sup> /s)					
		p <sub>e</sub> = 1/2	p <sub>e</sub> = 1/5	p <sub>e</sub> = 1/10	p <sub>e</sub> = 1/20	p <sub>e</sub> = 1/50	p <sub>e</sub> = 1/100
2	Puente Negro	32	52	69	87	116	141
5	Puente Negro	27	44	58	73	97	118
21	Anonos	16	20	22	23	24	24
25	Anonos	16	20	22	22	23	24
26	Anonos	57	71	76	79	82	83

### Escombreras

**Cuadro.7.4.12.** Coeficientes de escorrentía y cuantiles asociados a distintas probabilidades de excedencia según método racional para las cuencas asociadas a las escombreras con áreas menores a 20 km<sup>2</sup>.

# p <sub>e</sub>	Coeficiente escorrentía						Caudal máximo instantáneo (l/s)					
	1/2	1/5	1/10	1/25	1/50	1/100	1/2	1/5	1/10	1/25	1/50	1/100
2	39	42	44	48	51	55	41900	53600	60700	75700	85600	97400
3	36	40	42	46	49	53	35100	47400	54300	69400	79300	91400
4	40	43	45	49	52	56	33000	42200	47700	59400	67000	75900
5	43	46	48	52	56	60	53400	67500	74100	87700	100800	107900

**Cuadro.7.4.13.** Cuantiles asociados a distintas probabilidades de excedencia según el método regional para las cuencas asociadas a las escombreras con áreas mayores a 20 km<sup>2</sup>.

#	Vertiente	Caudal máximo instantáneo (m <sup>3</sup> /s)					
		p <sub>e</sub> = 1/2	p <sub>e</sub> = 1/5	p <sub>e</sub> = 1/10	p <sub>e</sub> = 1/20	p <sub>e</sub> = 1/50	p <sub>e</sub> = 1/100
1	Caribe	342	332	462	565	678	842
6	Pacífico	20	29	37	47	62	77

#### Planta potabilizadora

**Cuadro.7.4.14.** Coeficientes de escorrentía y cuantiles asociados a distintas probabilidades de excedencia según método racional para las cuencas asociadas a la planta potabilizadora

#\ p <sub>e</sub>	Coeficiente escorrentía						Caudal máximo instantáneo (l/s)					
	1/2	1/5	1/10	1/25	1/50	1/100	1/2	1/5	1/10	1/25	1/50	1/100
1	39	42	44	48	51	55	10000	11900	13500	15900	18100	20200

#### Tanques

**Cuadro.7.4.15.** Coeficientes de escorrentía y cuantiles asociados a distintas probabilidades de excedencia según método racional para las cuencas asociadas a los tanques de almacenamiento

#\ p <sub>e</sub>	Coeficiente escorrentía						Caudal máximo instantáneo (l/s)					
	1/2	1/5	1/10	1/25	1/50	1/100	1/2	1/5	1/10	1/25	1/50	1/100
1	37	41	43	47	50	54	40400	51300	58600	69200	79100	88400

#### Estaciones de válvulas

**Cuadro.7.4.16.** Coeficientes de escorrentía y cuantiles asociados a varias probabilidades de excedencia según método racional para las cuencas asociadas a las estaciones de válvulas con áreas menores a 20 km<sup>2</sup>.

#\ p <sub>e</sub>	Coeficiente escorrentía						Caudal máximo instantáneo (l/s)					
	1/2	1/5	1/10	1/25	1/50	1/100	1/2	1/5	1/10	1/25	1/50	1/100
1	42	46	48	52	55	59	7600	9300	10800	13000	14600	16600
2	38	42	44	48	51	55	7300	9000	10600	12800	14800	16400

**Cuadro.7.4.17.** Cuantiles asociados a varias probabilidades de excedencia según el método de traslado área-precipitación del análisis de frecuencia individual para las cuencas asociadas a las estaciones de válvulas con áreas mayores a 20 km<sup>2</sup>.

#	Cuenca ICE de referencia	Caudal máximo instantáneo (m <sup>3</sup> /s)					
		$p_e = 1/2$	$p_e = 1/5$	$p_e = 1/10$	$p_e = 1/20$	$p_e = 1/50$	$p_e = 1/100$
3	Anonos	16	20	22	23	24	24

#### 7.4.1.4. Caudales mínimos

Para el análisis de frecuencias asociado a los caudales mínimo promedio diario se utilizó la información de las estaciones hidrológicas: Palomo, Puente Negro y Anonos. En este caso se ajustaron los datos de cada serie anual de caudales mínimo promedio diario a la distribución generalizada de valor extremo mediante el método de momentos lineales.

Del X al Y se indican los valores estimados en los principales sitios de obra.

#### Obras en cauce

**Cuadro.7.4.18.** Caudales mínimo promedio diario de los sitios de interés para distintas probabilidades de no-excedencia para las cuencas asociadas a las obras en cauce.

#	Estación ICE de referencia	Caudales mínimo promedio diario (l/s)				
		$P_{ne}=1-1/2$	$P_{ne}=1-1/5$	$P_{ne}=1-1/10$	$P_{ne}=1-1/20$	$P_{ne}=1-1/25$
1	Puente Negro	266	180	144	115.2	93.6
2	Puente Negro	592	400	320	256	208
3	Puente Negro	65	44	35	28	23
4	Puente Negro	31	21	17	14	11
5	Puente Negro	496	335	268	214	174
6	Puente Negro	70	48	38	30	25
7	Puente Negro	7	5	4	3	2
8	Puente Negro	12	8	6	5	4
9	Puente Negro	13	9	7	5	4
10	Puente Negro	1	1	1	0	0
11	Anonos	1	1	1	1	1
12	Anonos	58	48	46	44	44
13	Anonos	58	48	46	44	44
14	Anonos	65	55	52	49	49
15	Anonos	5	4	4	4	4
16	Anonos	8	6	6	6	6
17	Anonos	4	3	3	3	3
18	Anonos	48	40	38	36	36
19	Anonos	90	76	72	68	68
20	Anonos	119	100	95	90	90



#	Estación ICE de referencia	Caudales mínimo promedio diario (l/s)				
		$P_{ne}=1-1/2$	$P_{ne}=1-1/5$	$P_{ne}=1-1/10$	$P_{ne}=1-1/20$	$P_{ne}=1-1/25$
21	Anonos	283	237	226	215	215
22	Anonos	166	140	133	126	126
23	Anonos	175	147	140	133	133
24	Anonos	185	155	148	141	141
25	Anonos	279	234	223	212	212
26	Anonos	983	825	786	747	747

### Escombreras

**Cuadro.7.4.19.** Caudales mínimo promedio diario de los sitios de interés para distintas probabilidades de no-excedencia para las cuencas asociadas a las escombreras.

#	Estación ICE de referencia	Caudales mínimo promedio diario (l/s)				
		$P_{ne}=1-1/2$	$P_{ne}=1-1/5$	$P_{ne}=1-1/10$	$P_{ne}=1-1/20$	$P_{ne}=1-1/25$
1	Palomo	2684	1830	1586	1342	1342
2	Puente Negro	57	39	31	25	20
3	Puente Negro	111	75	60	48	39
4	Puente Negro	48	33	26	21	17
5	Anonos	64	54	51	48	48
6	Anonos	283	237	226	215	215

### Planta potabilizadora

**Cuadro.7.4.20.** Caudales mínimo promedio diario de los sitios de interés para distintas probabilidades de no-excedencia para las cuencas asociadas a la planta potabilizadora.

#	Estación ICE de referencia	Caudales mínimo promedio diario (l/s)				
		$P_{ne}=1-1/2$	$P_{ne}=1-1/5$	$P_{ne}=1-1/10$	$P_{ne}=1-1/20$	$P_{ne}=1-1/25$
1	Anonos	10	8	8	7	7

### Tanques

**Cuadro.7.4.21.** Caudales mínimo promedio diario de los sitios de interés para distintas probabilidades de no-excedencia para las cuencas asociadas a los tanques de almacenamiento.

#	Estación ICE de referencia	Caudales mínimo promedio diario (l/s)				
		$P_{ne}=1-1/2$	$P_{ne}=1-1/5$	$P_{ne}=1-1/10$	$P_{ne}=1-1/20$	$P_{ne}=1-1/25$
1	Anonos	48	40	38	36	36

## Estaciones de válvulas

**Cuadro.7.4.22.** Caudales mínimo promedio diario de los sitios de interés para distintas probabilidades de no-excedencia para las cuencas asociadas a las estaciones de válvulas.

#	Estación ICE de referencia	Caudales mínimo promedio diario (l/s)				
		$P_{ne}=1-1/2$	$P_{ne}=1-1/5$	$P_{ne}=1-1/10$	$P_{ne}=1-1/20$	$P_{ne}=1-1/25$
1	Anonos	8	7	6	6	6
2	Anonos	8	7	6	6	6
3	Anonos	283	237	226	215	215

### 7.4.1.5. Cotas de inundación

Para definir las zonas de inundación en el AP se cuenta con varios insumos básicos: visita de campo, encuesta a las comunidades, estudios geológicos y los mapas de amenazas naturales elaborados por la Comisión Nacional de Prevención y Atención de Desastres (CNE).

Con base en esta información se determinó que las obras con el mayor riesgo de inundación son las escombreras, específicamente la de Coris, El Cedral, Guatuso y Jorco.

Para estos sitios se realizó una modelación hidráulica con la herramienta Iber para definir, en forma preliminar, las cotas de inundación para varios períodos de retorno. De estos análisis se pudo inferir que las escombreras Jorco y El Cedral son las más expuestas a una inundación, con lo cual se corre el riesgo de un aumento súbito en la concentración de sedimentos que transportan los ríos, lo cual sería perjudicial para el ecosistema acuático. Por esta razón se recomienda diseñar y construir obras de protección contra inundaciones en estos dos sitios.

### 7.4.1.6. Calidad del agua

Para la caracterización de la calidad del agua dentro del AID del proyecto se muestrearon 46 cuerpos de agua que podrían ser afectados directa o indirectamente por las actividades constructivas y operativas del proyecto. En los 46 sitios de muestreo se determinó el Índice de Calidad Biológico (BMWP-CR). En 39 de los 46 sitios identificados, además del BMWP-CR, también se determinó el índice de calidad fisicoquímica conocido como Índice Holandés (IH). Estos índices fueron determinados siguiendo la metodología establecida por Decreto 33903-MINAE Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales.

El AP fue subdividida en cuatro grupos según la actividad antropogénica predominante, como: Área Boscosa (AB), Área Urbano Rural (AUR), Área Agroindustrial (AAI) y Área Urbana (AU). En la Figura 0.0.3 se muestran los 46 sitios de muestreo y la ubicación de las zonas según la categorización antes mencionada y en el Cuadro.7.4.23 se muestra un resumen de los resultados obtenidos.



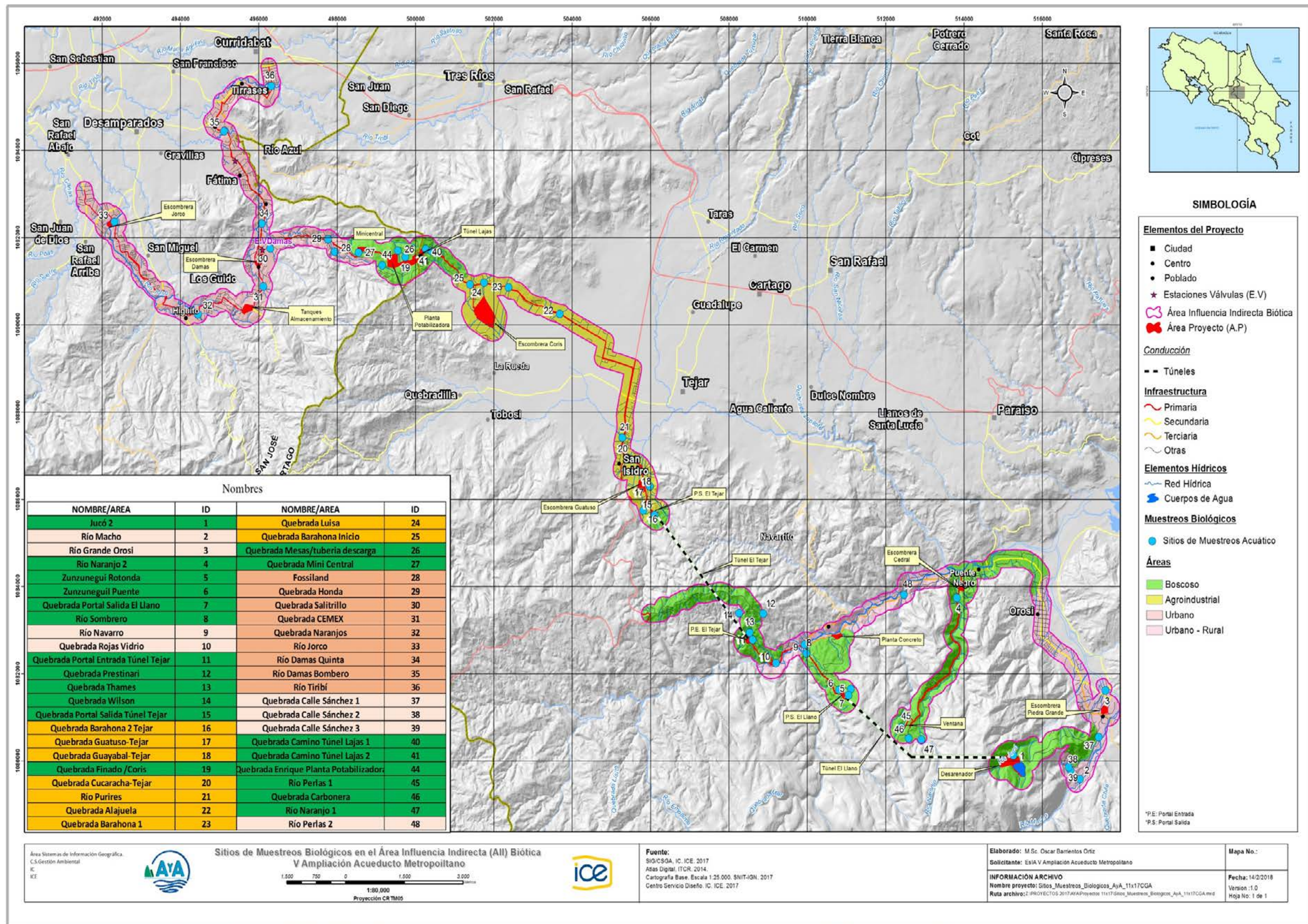


Figura 7.4.3. Ubicación de los 46 cuerpos de agua para la toma de las muestras para la caracterización de la calidad de agua.



**Cuadro.7.4.23.** Resultado de la caracterización según índices de calidad Índice de Calidad Físicoquímica (IH: Índice Holandés) e Índice de Calidad Biológica BMWP-CR para los cuerpos de agua (ecosistema acuático) del PVAAM. 2017.

Lugar/Área	ID	BMWP-CR Promedio	IH / Índice Holandes
Jucó 2	1	136	4
Río Macho	2	122	4
Río Grande Orosi	3	92	4
Río Naranja 2	4	119	4
Zunzunegui Rotonda	5	63	Sin Medición
Zunzuneguil Puente	6	86	Sin Medición
Quebrada Portal Salida El Llano	7	51	8
Río Sombrero	8	158	4
Río Navarro	9	118	4
Quebrada Rojas Vidrio	10	133	4
Quebrada Portal Entrada Túnel Tejar	11	80	4
Quebrada Prestinari	12	105	Sin Medición
Quebrada Thames	13	105	Sin Medición
Quebrada Wilson	14	143	Sin Medición
Quebrada Portal Salida Túnel Tejar	15	90	4
Quebrada Barahona 2 Tejar	16	68	4
Quebrada Guatuso-Tejar	17	52	9
Quebrada Guayabal-Tejar	18	28	4
Quebrada Finado /Coris	19	105	4
Quebrada Cucaracha-Tejar	20	18	4
Río Purires	21	22	9
Quebrada Alajuela	22	26	4
Quebrada Barahona 1	23	35	4
Quebrada Luisa	24	106	4
Quebrada Barahona Inicio	25	93	4
Quebrada Mesas / tubería descarga	26	112	4
Quebrada Mini Central	27	80	4
Fossiland	28	63	8
Quebrada Honda	29	88	8
Quebrada Salitrillo	30	22	5
Quebrada CEMEX	31	42	8
Quebrada Naranjos	32	61	4
Río Jorco	33	29	8
Río Damas Quinta	34	49	4
Río Damas Bombero	35	26	4
Río Tiribí	36	24	6
Quebrada Calle Sánchez 1	37	100	4
Quebrada Calle Sánchez 2	38	55	4
Quebrada Calle Sánchez 3	39	125	4
Quebrada Camino Túnel Lajas 1	40	34	8
Quebrada Camino Túnel Lajas 2	41	67	Sin Medición
Quebrada Enrique Planta Potabilizadora	44	78	7
Río Perlas 1	45	98	4
Quebrada Carbonera	46	112	4
Río Naranja 1	47	62	Sin Medición
Río Perlas 2	48	86	5



Lugar/Área	ID	BMWP-CR Promedio	IH / Indice Holandes
Total Promedio %		77.54	5.05
Resultado de Indices de Calidad		Regular	Contaminación incipiente

Fuente: elaboración propia (2017)

Simbología:

**IH: Indice de calidad fisicoquímica del agua**

Sin Contam	3	Azul
Con .Incipiente	4 a 6	Verde
Con.Moderada	7 a 9	Amarillo
Con.Severa	10 a 12	Naranja
C.Muy Severa	13 a 15	Rojo

Fuente: Decreto N° 33903 MINAE ,2007

**BMWP-CR: Indice de calidad biológica del agua**

Buena	101-120	Azul
Regular	61-100	Verde
Mala	36-60	Amarillo
Muy Mala	16-35	Naranja

Fuente: Decreto N° 33903 MINAE, 2007

En términos generales, la caracterización del IH y el BMWP-CR en el AP establece que los cuerpos de agua poseen una calidad biológica regular, con una calidad fisicoquímica de contaminación incipiente.

Los cuerpos de agua ubicados en las áreas categorizadas como AB, AUR y AAI, obtuvieron un resultado de los índices de calidad del agua de regular con contaminación de incipiente a moderada, no así los cuerpos de agua del AU donde la calidad del agua es mala, con contaminación moderada.

## **7.4.2. Aguas subterráneas**

### **7.4.2.1. Componente 1 (Desarenador)**

La zona del desarenador se encuentra subyugada por un acuífero libre en Areniscas fracturadas o depósitos recientes, con niveles freáticos someros con profundidades entre 5 y 10 m. El gradiente de este acuífero es hacia el Río Jucó.

Considerando estas características del acuífero su vulnerabilidad a la contaminación se considera alta.

Por la naturaleza del acuífero y la presencia de las nacientes de la ASADA de Orosi aguas abajo del río Juco. Este sitio debe de ser controlado durante el proceso constructivo para evitar el derrame de cualquier sustancia.

### **7.4.2.2. Componente 2 (Obras Subterráneas)**

El análisis de vulnerabilidad en obras subterráneas por la naturaleza de las mismas no puede ser analizado con las metodologías convencionales debido a que la obra está inmersa y atraviesa los mantos acuíferos. Al ser un túnel de conducción de agua no se considera que los acuíferos puedan ser susceptibles a contaminación, sin embargo las nacientes en superficie que pueden ser captadas y utilizadas por la población pueden ser afectadas durante el periodo constructivo.

Durante el periodo de operación es normal que un túnel con un adecuado revestimiento impermeable logre a mediano plazo que cualquier abatimiento de niveles freáticos o piezométricos producto de la excavación sean recuperados sin causar una mayor alteración del medio a largo plazo. Sin embargo, para controlar y mitigar estos aspectos se detallan medidas correctivas en el plan de gestión ambiental.

#### **Túnel El Llano**

La zona del desarenador se encuentra subyugada por un acuífero que se encuentra en areniscas y brechas fracturadas. Los niveles freáticos se encuentran en una cota superior a la del túnel a lo largo de prácticamente todo el trazado, con profundidades muy variables, que en algunos sectores alcanzan los 100m de profundidad, con excepción de las zonas cercanas al portal de salida, donde se presentan los niveles más someros.

El acuífero presenta permeabilidades en el orden de  $1 \times 10^{-4}$  a  $5 \times 10^{-5}$  cm/s.

Las nacientes y captaciones de la comunidad cercana se encuentran por debajo del nivel de excavación del túnel, razón por lo cual no presentan mayor riesgo de afectación.

#### **Túnel Tejar**

El túnel atravesará un acuífero formado en areniscas y brechas fracturadas, con permeabilidades entre  $7 \times 10^{-4}$  a  $1.3 \times 10^{-5}$  cm/s.

Los niveles freáticos se encuentran en una cota superior a la del túnel a lo largo de prácticamente todo el trazado, con profundidades cercanas a los 30 m, en la mayor parte del trazado.

Atraviesa terrenos con nacientes superficiales captadas por diferentes poblaciones y usuarios por lo cual presenta un riesgo alto de afectación, por abatimiento de los niveles.

### **Túnel Lajas**

El túnel atravesará un acuífero formado en areniscas y brechas fracturadas, con niveles someros, entre 5 y 8 m de profundidad, que se encuentran en una cota superior a la del túnel.

No se identificaron elementos hidrogeológicos que podrían sufrir afectación.

#### **7.4.2.3. Componente 2 (Tuberías de conducción)**

##### **Sector 3: Tramo entre túnel El Llano y el túnel Tejar**

En este sector se presenta un acuífero Libre cubierto en areniscas fracturadas y en depósitos aluviales, los niveles freáticos son someros, inferiores a los 5 m. Se considera una vulnerabilidad Baja-Moderada a la contaminación, la cual se daría durante la etapa constructiva.

##### **Sectores 5, 6 y 7**

Se presentan dos acuíferos, el primero es de tipo acuífero Libre en materiales inconsolidados (Arcillas y arenas), con niveles freáticos que se ubican entre 5 y 48 m de profundidad. El acuífero más profundo corresponde con un acuífero confinado en Lavas, con profundidades del nivel entre 60 m y 90 m de profundidad.

La vulnerabilidad a la contaminación, para el acuífero superior se considera Baja.

#### **7.4.2.4. Componente 3 Planta potabilizadora**

SE presenta un acuífero confinado en lavas, con niveles superiores a los 20 m, la vulnerabilidad a la contaminación en el sector de la planta se considera despreciable.

#### **7.4.2.5. Componente 4**

Se presenta un acuífero libre superficial formado en materiales inconsolidados (gravas), con niveles cercanos a los 5 m de profundidad. Además, se presenta en este sector un acuífero más profundo ubicado en areniscas fracturadas, con niveles cercanos a los 20 m de profundidad.

La vulnerabilidad intrínseca a la contaminación en este sector se considera Media.

## 7.5. Calidad del Aire

### 7.5.1. Ruido

Se realizó un monitoreo de ruido ambiental con el fin de determinar las características del ruido que se presenta en el Área de Influencia Directa (AID) del proyecto. Para esto se identificaron 36 puntos de monitoreo asociados a los sitios donde se presentarían las obras del proyecto y que podrían recibir una afectación directa (centros de población, escuelas, iglesias, zonas comerciales).

Se debe aclarar que las mediciones se realizaron en las afueras de cada punto (frente a cada sitio) y no en el interior de los mismos (Cuadro.7.5.1 y Figura 7.5.1).

**Cuadro.7.5.1.** Puntos de monitoreo de ruido

N° de Punto de muestreo	Nombre del punto de muestreo	Coordenadas norte	Coordenadas este
1	Iglesia Calle Sánchez	1079904.16	516667.62
2	Pulpería Calle Sánchez	1080704.68	517444.63
3	Iglesia Río Macho	1081056.5	517493.06
4	Escuela Álvaro Esquivel Bonilla	1081081.85	517297.88
5	Caserío El Cedral	1084133.42	513936.65
6	Calle Navarro Muñeco	1082542.55	509979.78
7	Escuela Héctor Monestel Solano (Navarro Muñeco)	1082617.31	509955.08
8	Camino hacia cuesta del vidrio	1082600.42	509671.07
9	Hotel Río Perlas	1083772.99	512389.33
10	Sitio escombrera Guatuso de Tejar del Guarco	1086289.44	505982.98
11	Escuela Guatuso de Tejar del Guarco	1085889.49	505753.25
12	Escuela Sabana Grande	1088798.66	504632.75
13	Casa escombrera Coris	1090923.17	501560.87
14	Renacer	1091187.13	499593.23
15	Entre iglesia y escuela Coris	1091056.64	501083.02
16	Iglesia Damas	1091342.18	495954.87
17	Sitio estación válvulas Damas, Guatuso de Patarrá	1091755.35	496090.68
18	Colegio Máximo Quesada	1091835.17	496372
19	Escuela Juan Monge Guillén	1092729.37	496126.21
20	Caserío después del tanque almacenamiento (CEMEX)	1090659.13	496032.66
21	Caserío después del tanque almacenamiento, terminal Guatuso	1090834.09	496113.51
22	Escuela Guatuso Patarrá	1091255.91	496037.33
23	Quinta Residencial	1092354.12	496111.15
24	Sitio estación válvulas Fátima	1093785.53	495410.65
25	Iglesia San Antonio	1094539.2	494869.67



<b>N° de Punto de muestreo</b>	<b>Nombre del punto de muestreo</b>	<b>Coordenadas norte</b>	<b>Coordenadas este</b>
26	Residencial Colina	1095134.5	495168.14
27	Jardín niños Guiselle González	1095366.35	495729.85
28	Área de juegos Tirrases	1095336.65	496276.72
29	Parque Berroiba	1095453.55	496328.71
30	Sitio puente tubo Hacienda Vieja	1095558.39	496397.92
31	Sitio estación válvulas río Jorco	1092383.48	492292.27
32	Iglesia Capri	1091201.63	492943.58
33	Plaza Capri	1090882.27	493280.22
34	Hogar Sol	1090431.03	494726.3
35	Capilla Santa Cecilia	1092721.92	491691.47
36	Escuela San Rafael	1093092.12	491537.36

**Fuente:** Elaboración propia (2017).



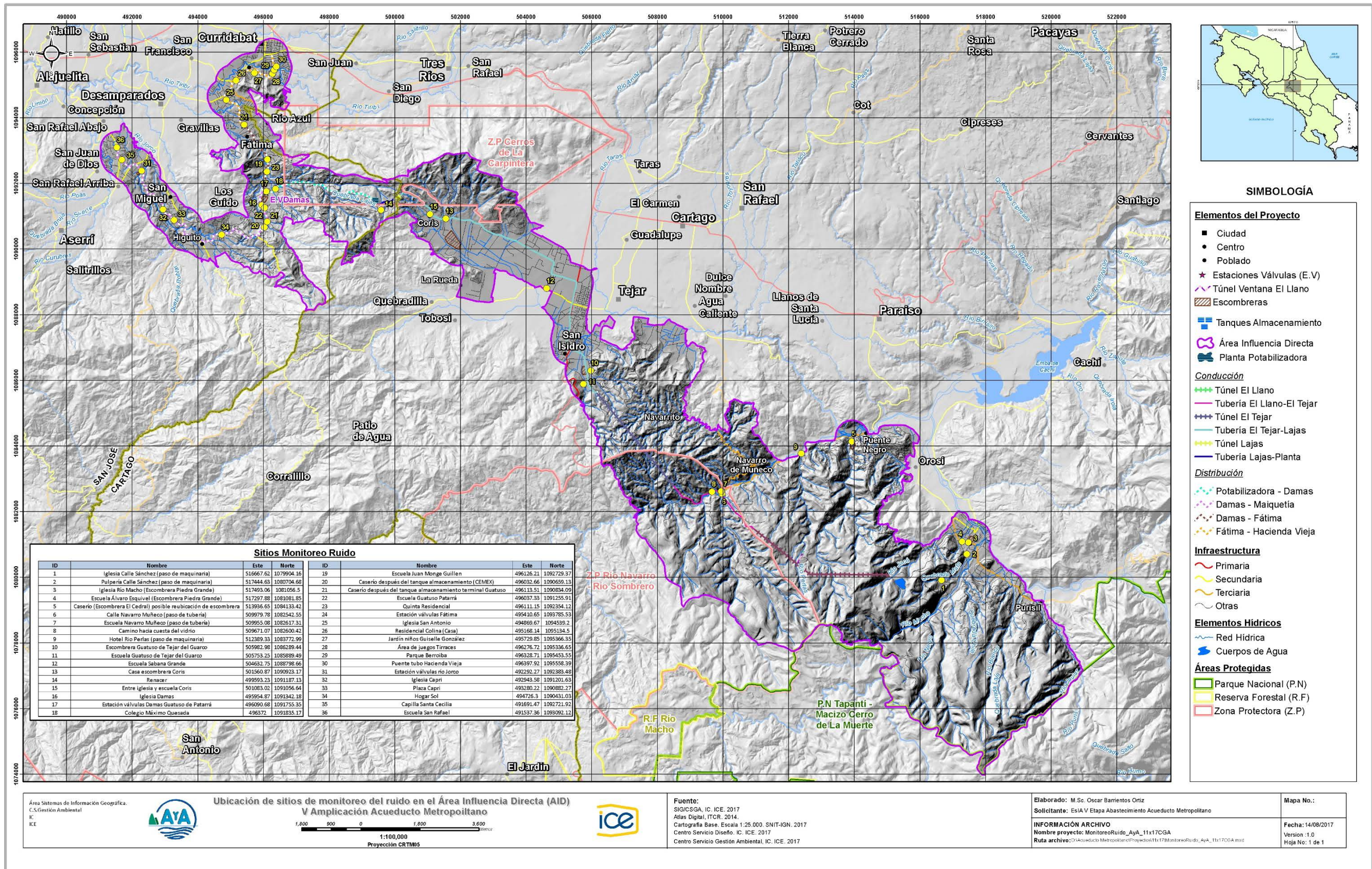


Figura 7.5.1. Ubicación de sitios de monitoreo de ruido en el Área de Influencia Directa (AID) V Ampliación Acueducto Metropolitano.



En cada punto se realizó una medición de 5 minutos, en dos días diferentes, cada sonido identificado se anotó en hojas de campo (el detalle de tal información se encuentra en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** del Tomo VI, capítulo 7, del informe completo de EsIA), así como las condiciones del sitio de monitoreo en el momento de la medición.

Se utilizó un sonómetro Marca 3M, modelo Sound Pro SE/DL, con su respectivo calibrador a 114 dB.

La legislación aplicable corresponde al **Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido**, Decreto 39428-S, 23 de noviembre del 2015, donde se establecen los límites máximos permitidos (Cuadro.7.5.2).

**Cuadro.7.5.2.** Niveles de ruido máximos permisibles.

Zona receptora									
Residencial		Comercial		Industrial o Agrícola/pecuaria		Zona de Tranquilidad		Zona Mixta	
Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche
65	45	70	55	70	60	50	45	70	45

**Fuente:** Reglamento para el control de la contaminación por ruido Decreto 39428-S, 23 de noviembre 2015.

Los datos recopilados se clasificaron en: nivel de presión sonora no cumple con el reglamento ambiental (rojo), nivel de presión sonora en estado de alerta (amarillo) y nivel de presión sonora aceptable, cumple con el reglamento ambiental (verde).

Los niveles de ruido más altos se presentaron en las zonas con características urbanas (alto tránsito, vehicular, densidad poblacional alta, zonas comerciales). Caso contrario se presentó en las zonas rurales donde el ruido es menor debido a que el flujo vehicular es reducido, la densidad poblacional es poca, así como la presencia de comercios, por lo anterior los puntos de monitoreo se pueden clasificar en zona residencial y mixta, entendiéndose la zona residencial como área habitada con dotación e instalación de servicios públicos, con espacios verdes o abiertos, en donde los niveles de ruido pueden interferir con el disfrute de la propiedad y el tipo de zona mixta definida como área territorial donde convergen actividades de tipo residencial y comercial, en la cual debe prevalecer la salud pública y el bienestar de las personas por encima de intereses comerciales, lo anterior considerando que el concepto de zona comercial se define como área donde se agrupan uno o varios locales comerciales dedicados a la venta de toda clase de mercaderías.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los monitoreos de ruido realizados del 21 de julio al 3 de agosto del 2017, (Cuadro.7.5.3 y Cuadro.7.5.4), siendo el valor más bajo y más alto de las mediciones, respectivamente.

**Cuadro.7.5.3.** Datos de monitoreo de ruido AID

N° de Punto de muestreo	Nombre del punto de muestreo	Clasificación por zonas	Límite establecido en la legislación Leq dB(A)	Monitoreo 1 Leq dB(A)	Monitoreo 2 Leq dB(A)
1	Iglesia Calle Sánchez	Residencial	65	52.1	59.8
2	Pulpería Calle Sánchez	Residencial	65	51.5	59
3	Iglesia Río Macho	Residencial	65	57.4	58.6
4	Escuela Álvaro Esquivel Bonilla	Residencial	65	59.2	67.3
5	Caserío El Cedral	Residencial	65	50.8	47.6
6	Calle Navarro Muñeco	Residencial	65	63.7	61.9
7	Escuela Héctor Monestel Solano (Navarro Muñeco)	Residencial	65	55.1	55.2
8	Camino hacia cuesta del vidrio	Residencial	65	54.9	55.6
9	Hotel Rio Perlas	Residencial	65	54.2	52.4
10	Sitio escombrera Guatuso de Tejar del Guarco	Mixto	65	55.7	47.6
11	Escuela Guatuso de Tejar del Guarco	Mixto	70	68.8	60.1
12	Escuela Sabana Grande	Mixto	70	66.9	68.7
13	Casa escombrera Coris	Residencial	65	71.5	65.7
14	Centro Renacer	Residencial	65	51.7	42.4
15	Entre iglesia y escuela Coris	Residencial	65	57.7	69.1
16	Iglesia Damas	Mixto	70	65.2	64.4
17	Sitio estación válvulas Damas, Guatuso de Patarrá	Mixto	70	61.3	66.2
18	Colegio Máximo Quesada	Mixto	70	66.8	58.7
19	Escuela Juan Monge Guillen	Mixto	70	69.4	70.8
20	Caserío después del tanque almacenamiento (CEMEX)	Mixto	70	60.1	50
21	Caserío después del tanque almacenamiento, terminal Guatuso	Mixto	70	66.6	65.1



N° de Punto de muestreo	Nombre del punto de muestreo	Clasificación por zonas	Límite establecido en la legislación Leq dB(A)	Monitoreo 1 Leq dB(A)	Monitoreo 2 Leq dB(A)
22	Escuela Guatuso Patarrá	Mixto	70	62.7	58.5
23	Quinta Residencial	Mixto	70	67.1	67.8
24	Sitio estación válvulas Fátima	Mixto	70	72.5	72.3
25	Iglesia San Antonio	Mixto	70	71.8	73.5
26	Residencial Colina	Mixto	70	64.2	72.1
27	Jardín niños Guiselle González	Mixto	70	58.1	60.6
28	Área de juegos Tirrases	Residencial	65	56.9	54.7
29	Parque Berroiba	Residencial	65	52.6	50.8
30	Sitio puente tubo Hacienda Vieja	Mixto	70	63.5	63.4
31	Sitio estación válvulas río Jorco	Mixto	70	76.6	71.3
32	Iglesia Capri	Mixto	70	64.1	66.1
33	Plaza Capri	Mixto	70	64	62.8
34	Hogar Sol	Mixto	70	58.5	63.6
35	Capilla Santa Cecilia	Mixto	70	81.1	64.5
36	Escuela San Rafael	Mixto	70	73.4	73.9

Fuente: Elaboración propia (2017).

**Cuadro.7.5.4.** Simbología niveles de presión sonora.

Simbología			Significado
Zona Residencial	Zona Mixta		
	NPS > 65 dB (A)	NPS > 70 dB (A)	Nivel de presión sonora no cumple con el reglamento ambiental
	65 dB > NPS > 60 dB (A)	70 dB > NPS > 65 dB (A)	Estado de alerta
	NPS ≤ 60 dB (A)	NPS ≤ 65 dB (A)	Nivel de presión sonora aceptable, cumple con el reglamento ambiental

Fuente: Elaboración propia (2017), a partir de Decreto 39428 Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

El valor más bajo se obtuvo en el Centro Renacer con 42.4 dB(A). Se caracteriza por ser una zona rural, con calle asfaltada, donde el tránsito vehicular es poco o casi nulo, ya que en el momento de las mediciones no se percibieron vehículos. Al frente se ubica un vivero y está rodeado de árboles (Figura 7.5.2 y Figura 7.5.4).

Corresponde a zona residencial, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.



**Figura 7.5.2.** Punto 14 monitoreo de ruido: Renacer

En la Capilla Santa Cecilia se obtuvo el valor más alto con 81.91 dB(A). El lugar se caracteriza por ser una zona urbana con alto y continuo tránsito vehicular, calle de asfalto, se ubican casas de habitación y una verdulería cerca del punto de medición (Figura 7.5.3 y Figura 7.5.4).

Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.



**Figura 7.5.3.** Punto 33 monitoreo de ruido: Capilla Santa Cecilia

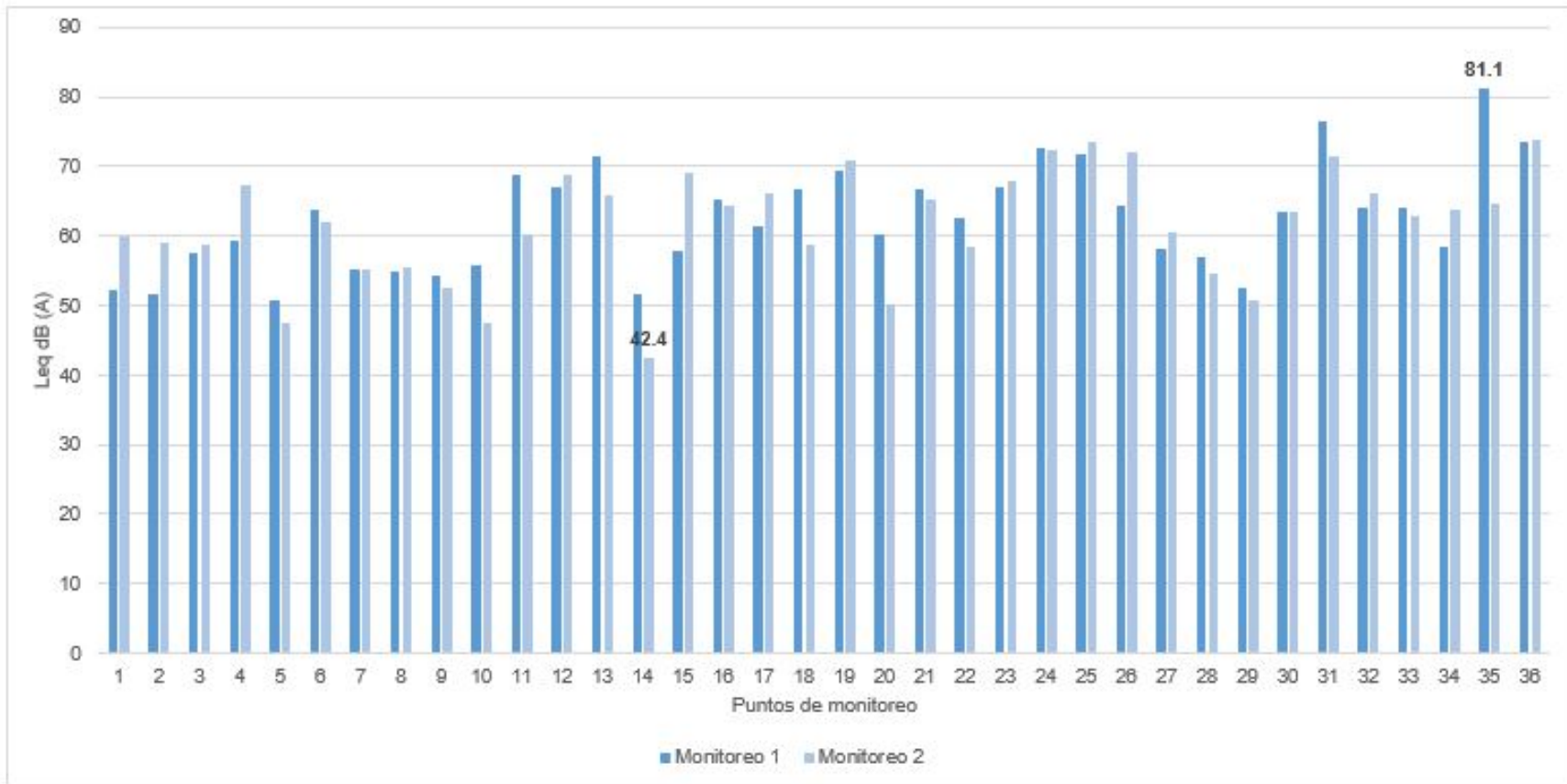


Figura 7.5.4. Gráfico de datos monitoreo de ruido AID.

### **7.5.2. Vibraciones**

En el tema de vibraciones, el Decreto 39428–S Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido establece en el artículo 12, propiamente en vibración por sonido, lo siguiente:

*“Ninguna persona causará o permitirá la operación de cualquier artefacto que genere vibraciones, que puedan percibirse sin instrumentos o que esté sobre los límites de percepción de una persona, o más allá de los límites de cualquier propiedad contigua a la fuente generadora”.*

Basado en lo anterior, es posible indicar que la percepción de vibraciones en el momento del monitoreo fue mínima, asociada a la circulación de vehículos.

### **7.5.3. Olores**

Por medio de la aplicación de un cuestionario de percepción local, se recopiló la opinión de la comunidad con respecto a los olores que se presentan en el AID del proyecto.

Las personas consultadas opinaron que los olores que más se presentan son provenientes de las plantas industriales (sistemas de tratamiento), así como aguas negras (tanques), carboneras, Fábrica de Café Rey, taller automotriz (pintura de carro) y malos olores provenientes del Río Jorco, por el distrito de San Miguel.

### **7.5.4. Gases**

Considerando las características propias del proceso constructivo que generará el proyecto, se seleccionaron como parámetros los contaminantes mencionados anteriormente (PM-10, PM - 2.5, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>), los cuales fueron monitoreados por el Laboratorio de Análisis Ambiental de la Universidad Nacional (UNA) por un periodo de 24 horas continuas.

Los parámetros monitoreados están establecidos en el “Reglamento de Calidad del Aire para Contaminantes Criterio N° 39951-S”, sin embargo, no se determinan los límites máximos permitidos en inmisiones ya que dicho reglamento aplica exclusivamente para la Red Nacional de Monitoreo de Calidad del Aire.

Además, el Decreto 30221-S “Reglamento sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos” quedó derogado a partir del 01 de noviembre del 2016 con la publicación del reglamento mencionado anteriormente, por tal motivo se realiza una descripción de los puntos de monitoreo sin establecer el cumplimiento o incumplimiento de la legislación ambiental nacional.

Para dicho monitoreo se establecieron 14 puntos tomando como referencia los lugares que podrían recibir afectación por parte del proyecto, los 14 puntos monitoreados para inmisiones corresponden a puntos similares monitoreados para ruido a excepción de los puntos 6, 7, 8, 11, 12 y 14 (Cuadro.6.5.1, Figura 6.5.5 a Figura 6.5.9).



**Cuadro.7.5.5.** Puntos de monitoreo de inmisiones

<b>N° de Punto de muestreo</b>	<b>Nombre del punto de muestreo</b>	<b>Coordenadas norte</b>	<b>Coordenadas oeste</b>
1	Iglesia Calle Sánchez	094558.3	835053.2
2	Plantel Río Macho	094631.4	835033.5
3	Escuela Héctor Monestel Solano (Navarro Muñeco)	094727.2	835434.0
4	Hotel Río Perlas	094858.9	835311.4
5	Casa contiguo a Parque Berroiba	095424.5	840220.2
6	Colegio Saint Benedict	095419.9	840220.2
7	Casa escombrera Coris	095159.5	835907.8
8	Escuela Coris	095159.5	835924.8
9	Colegio Máximo Quesada	095231.6	840205.5
10	Escuela Guatuso Patarrá	095059.1	835718.8
11	Caballerizas Mario Coto	094910.5	835648.7
12	Salón Pastoral Sabana Grande	095059.1	835718.8
13	Caja de válvulas Damas	095226.6	840508.6
14	Plaza de Deportes del Comité de Deportes de Patarrá	095258.6	840205.0

**Fuente:** Elaboración propia (2017)



**Figura 7.5.5.** Punto 6 monitoreo de inmisiones: Colegio Saint Benedict.



**Figura 7.5.6.** Punto 7 monitoreo de inmisiones: casa cerca de escombrera Coris.



**Figura 7.5.7.** Punto 8 monitoreo de inmisiones: Escuela de Coris



**Figura 7.5.8.** Punto 11 monitoreo de inmisiones: Caballerizas Mario Coto.



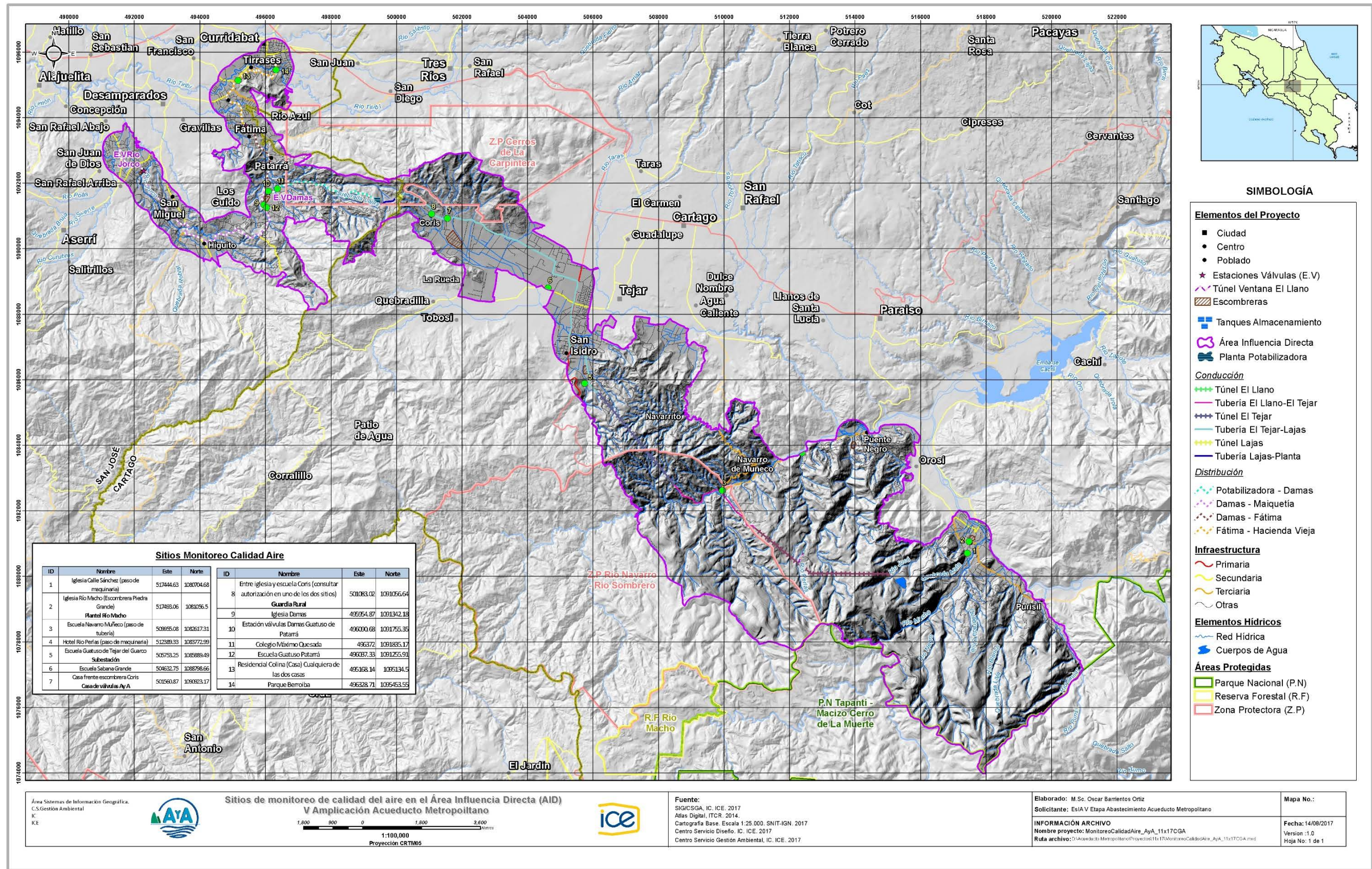


Figura 7.5.9. Ubicación de sitios de monitoreo de inmisiones en el AID V Ampliación Acueducto Metropolitano.



A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los monitoreos de inmisiones realizados del 2 al 18 de octubre del 2017 (Cuadro.7.5.1 a Cuadro.7.5.4. El detalle de los resultados de las mediciones se puede constatar en el Tomo VI, capítulo 7 del informe completo de EsIA).

**Cuadro.7.5.6.** Resultados de monitoreo de inmisiones, muestras 1, 2, 3 y 4.

Análisis	Unidades	Muestra Nº 1	Muestra Nº 2	Muestra Nº 3	Muestra Nº 4	Valor máximo permitido
PM-10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	< 7,9	14,7 ± 7,9	< 7,9	8,9 ± 7,9	n.a
PM-2.5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	6,9 ± 4,4	10,9 ± 4,2	18,3 ± 4,4	4,4 ± 4,1	n.a
Dióxido de Azufre	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	26,9 ± 5,5	15,6 ± 5,3	21,3 ± 5,4	< 5,5	n.a
Dióxido de Nitrógeno	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	nd	nd	nd	d	n.a

**Fuente:** Laboratorio de Análisis Ambiental, UNA (2017). d: detectable pero no cuantificable, n.d: no detectable, n.a: no aplica

**Cuadro.7.5.7.** Resultados de monitoreo de inmisiones, muestras 5, 6, 7 y 8.

Análisis	Unidades	Muestra Nº 5	Muestra Nº 6	Muestra Nº 7	Muestra Nº 8	Valor máximo permitido
PM-10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	14,7 ± 7,9	<7,9	17,7 ± 7,9	14,0 ± 7,9	n.a
PM-2.5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	11,7 ± 4,4	11,8 ± 4,4	14,0 ± 4,5	nd	n.a
Dióxido de Azufre	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	6,6 ± 5,4	7,4 ± 5,7	< 5,8	6,8 ± 5,7	n.a
Dióxido de Nitrógeno	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	6,62 ± 0,28	9,79 ± 0,30	9,07 ± 0,30	2,81 ± 0,27	n.a

**Fuente:** Laboratorio de Análisis Ambiental, UNA (2017). d: detectable pero no cuantificable, n.d: no detectable, n.a: no aplica



**Cuadro.7.5.8.** Resultados de monitoreo de inmisiones, muestras 9, 10, 11 y 12.

Análisis	Unidades	Muestra Nº 9	Muestra Nº 10	Muestra Nº 11	Muestra Nº 12	Valor máximo permitido
PM-10	µg/m <sup>3</sup>	25,1 ± 7,9	37,6 ± 7,9	< 7,9	24,0 ± 7,9	n.a
PM-2.5	µg/m <sup>3</sup>	< 4,4	13,8 ± 4,4	< 4,3	7,3 ± 4,5	n.a
Dióxido de Azufre	µg/m <sup>3</sup>	12,5 ± 5,5	< 5,6	13,1 ± 5,9	< 5,7	n.a
Dióxido de Nitrógeno	µg/m <sup>3</sup>	5,25 ± 0,27	12,37 ± 0,32	3,74 ± 0,28	2,28 ± 0,28	n.a

**Fuente:** Laboratorio de Análisis Ambiental, UNA (2017). d: detectable pero no cuantificable, n.d: no detectable, n.a: no aplica

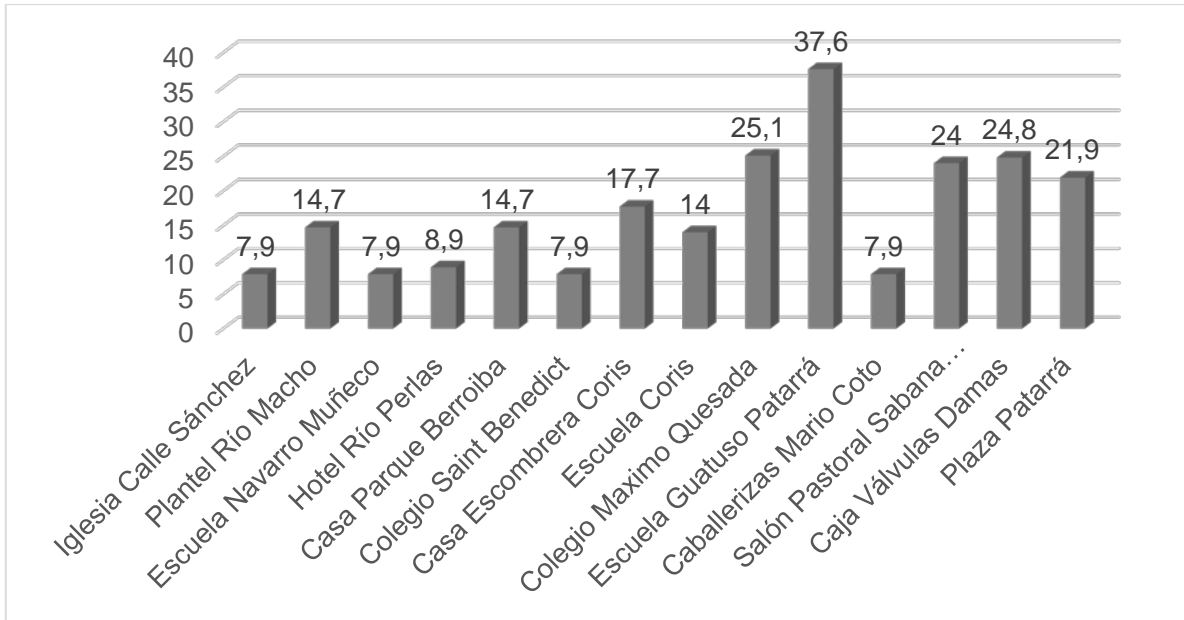
**Cuadro.7.5.9.** Resultados de monitoreo de inmisiones, muestras 13 y 14.

Análisis	Unidades	Muestra Nº 13	Muestra Nº 14	Valor máximo permitido
PM-10	µg/m <sup>3</sup>	24,8 ± 7,9	21,9 ± 7,9	n.a
PM-2.5	µg/m <sup>3</sup>	13,2 ± 4,3	11,9 ± 4,0	n.a
Dióxido de Azufre	µg/m <sup>3</sup>	< 5,4	<5,5	n.a
Dióxido de Nitrógeno	µg/m <sup>3</sup>	11,99 ± 0,31	9,31 ± 0,29	n.a

**Fuente:** Laboratorio de Análisis Ambiental, UNA (2017). d: detectable pero no cuantificable, n.d: no detectable, n.a: no aplica

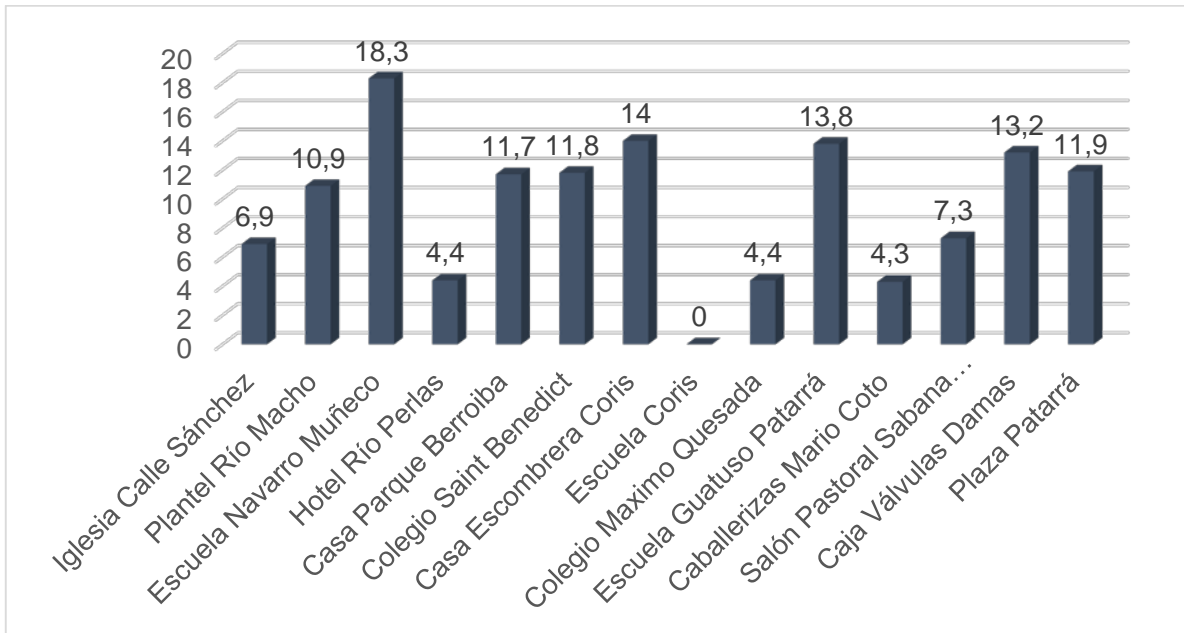
Las inmisiones percibidas se podrían asociar a las emisiones de los vehículos, partículas de polvo propias de la calle de lastre, polen u otras arrastradas por el viento. A continuación, se realiza una descripción de los parámetros analizados en los monitoreos, los datos se utilizan sin la incertidumbre para poder ser graficados.

De los puntos monitoreados para el parámetro de PM- 10, el punto que presentó el valor más alto corresponde a la Escuela Guatuso de Patarrá con 37.6 µg/m<sup>3</sup> seguido del Colegio Máximo Quesada con 25.1 µg/m<sup>3</sup>, ambos puntos se vieron influenciados principalmente por el alto tránsito vehicular presente en la zona, el menor valor se presentó en la iglesia Calle Sánchez, Escuela Navarro Muñeco, Colegio Saint Benedict y Caballerizas Mario Coto con 7.9 µg/m<sup>3</sup> (Figura 7.5.5).



**Figura 7.5.10.** Datos monitoreo parámetro PM-10

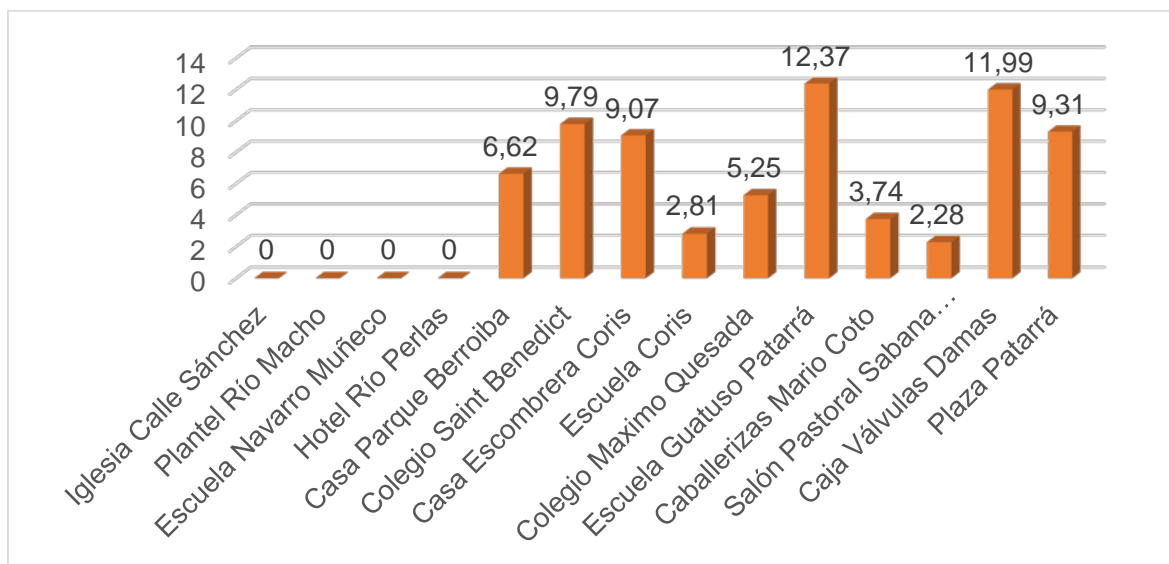
Para el parámetro PM-2.5 el valor más alto se presentó en la Escuela Navarro Muñeco con 18.3 µg/m³, seguido de la Escuela Guatuso de Patarrá con 13.8 µg/m³, en la escuela de Coris el parámetro no fue detectado (valor 0), (Figura 7.5.6).



**Figura 7.5.11.** Datos monitoreo parámetro PM-2.5

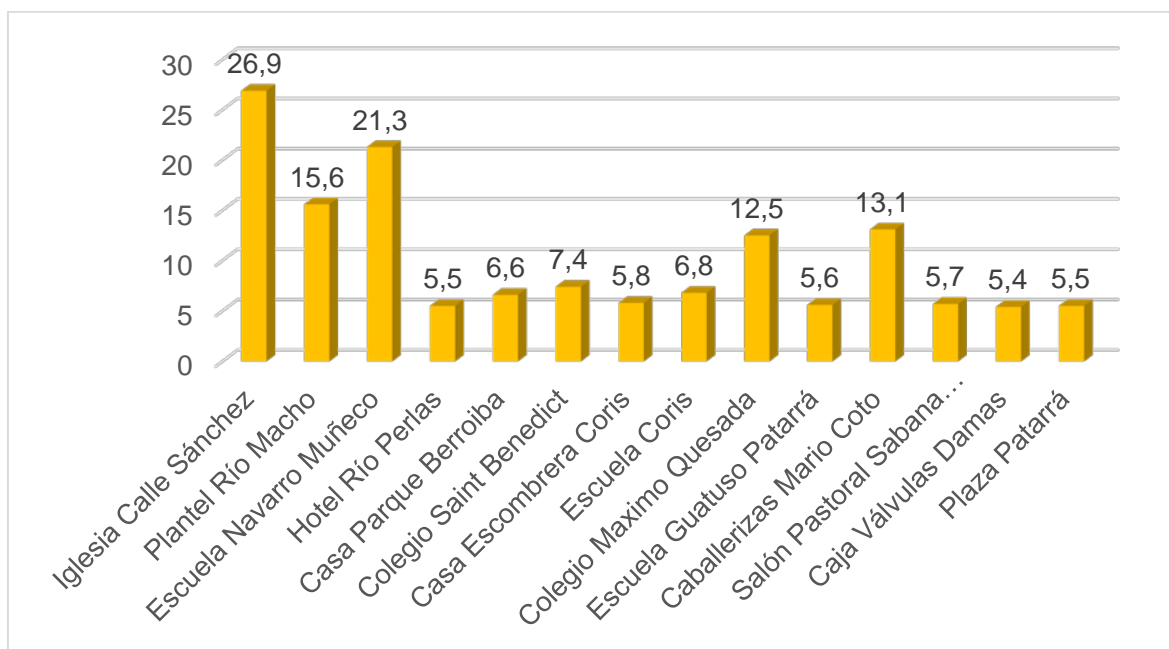
Para el caso del NO<sup>2</sup>, el valor mayor se presentó en la Escuela Guatuso de Patarrá con 12.37 µg/m³, seguido de caja de válvulas Damas, el menor valor se presentó el Salón Pastoral de Sabana Grande con 2.28 µg/m³, en los puntos iglesia Calle Sánchez, plantel Río Macho,

Escuela Navarro Muñeco y Hotel Río Perlas, el parámetro no fue detectado (valor 0). (Figura 7.5.7).



**Figura 7.5.12.** Datos monitoreo parámetro NO<sub>2</sub>

Para el parámetro SO<sub>2</sub> el valor mayor se presentó en la iglesia Calle Sánchez con 26.9 µg/m<sup>3</sup>, seguido de la Escuela Navarro Muñeco con 21.3 µg/m<sup>3</sup>, el menor valor se presentó en Caja de Válvulas damas (Figura 7.5.8).



**Figura 7.5.13.** Datos monitoreo parámetro SO<sub>2</sub>

## **7.6. Amenazas naturales**

Para el proyecto fueron identificadas las amenazas naturales potenciales descritas a continuación.

### **7.6.1. Amenaza sísmica**

Se puede indicar que en las cercanías del trazado del nuevo acueducto han ocurrido históricamente al menos 6 eventos sísmicos de magnitud moderada ( $M_w \leq 6,5$ ), los cuales generan intensidades sísmicas muy altas en el área meso-sísmica ( $\geq VIII$ ).

Recientemente hay algunos eventos que se localizan en las cercanías o sobre las trazas de las fallas Agua Caliente, Navarro, Orosi y Frailes.

Del lado sur, suroeste y oeste de San José, existe una zona sísmica que se localiza cerca del límite del Valle Central con las estribaciones norte de la cordillera de Talamanca, la anterior sismicidad se relaciona con la falla Aguacaliente.

La amenaza sísmica se estimó evaluando el efecto específico de los sistemas de fallas Aguacaliente y Navarro, los cuales se encuentran localizados en el área de estudio, evaluando un único escenario representado por un evento sísmico de magnitud  $M_w 6,6$  con hipocentro a una profundidad de 10 km.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se determina que la amenaza sísmica, en el campo cercano, a lo largo del trazado del acueducto propuesto, es bastante elevada, variando entre 0,42 g y 0,73 g. Estos valores y las zonas de menor o mayor amenaza varían de acuerdo a la falla en que ocurra el evento sismo propuesto.

### **7.6.2. Fallas Geológicas Activas**

La zona del proyecto es compleja desde el punto de vista de la tectónica. Algunas fallas de las consideradas de mayor importancia en la zona son:

- Sistema de Fallas Aguacaliente
- Sistema de Fallas Navarro
- Sistema de Fallas Escazú-Aserrí y Belo Horizonte-Patalillo
- Falla Río Azul
- Falla Cipreses
- Falla Ochomogo
- Falla Orosi



### **7.6.3. Amenaza volcánica**

El área de estudio se encuentra a un promedio de 18 km del cráter del Volcán Irazú, por lo cual se considera que el principal producto volcánico que podría afectar las diferentes etapas del proyecto sería la caída de ceniza, sin descartar en caso extremo una posible afectación de la tubería por efecto de lahares que fluyan a lo largo del Río Reventado.

### **7.6.4. Inundaciones**

Se determinó que las obras con el mayor riesgo de inundación son las escombreras, específicamente la de Coris, El Cedral, Guatuso y Jorco.

De acuerdo con la modelación hidráulica efectuada para definir, en forma preliminar, las cotas de inundación para varios períodos de retorno, se pudo inferir que las escombreras Jorco y El Cedral son las más expuestas a una inundación. Por esta razón se recomienda diseñar y construir obras de protección contra inundaciones en estos dos sitios.

### **7.6.5. Licuefacción, subsidencias y hundimientos.**

Basado en la distribución de las unidades geológicas se considera que solamente el componente 2, específicamente en los sectores 5 y 6, presentan un potencial de licuefacción por la presencia de depósitos de fluviolacustres específicamente capas de arena y niveles freáticos someros.

### **7.6.6. Deslizamientos y erosión.**

De la totalidad del proyecto se considera que los sitios de tubería, así como sitios de excavación, son los más vulnerables a sufrir afectación por deslizamientos y/o erosión.

Por lo general se presentan en suelo, relacionados con zonas de reptación o flujos de suelos superficial.

Los dos deslizamientos de mayor importancia corresponden con los deslizamientos Lajas y mesas que corresponden con movimientos de tipo rotacional,

## **8. Descripción del Ambiente Biológico**

### **8.1. Introducción**

La descripción del ambiente biológico consideró la caracterización de las diversas asociaciones naturales (ecosistemas) presentes, en términos de composición de especies de flora arborescentes y fauna silvestre, el estado de protección del medio considerando la ubicación del PVAAM en el Área de Conservación respectiva, la presencia de Áreas Silvestres Protegidas, Corredores biológicos, áreas de protección y pago por servicios ambientales.

Asimismo, mediante muestreos se determinó la verificación de presencia de especies con poblaciones reducidas, en peligro de extinción o endémicas.

La descripción del ambiente biológico también incorporó la caracterización de la fauna silvestre residente en hábitats terrestres y acuáticos del AP y AID. La misma se enfocó en las especies silvestres pertenecientes a los cuatro grupos taxonómicos terrestres más importantes (reptiles, anfibios, mamíferos y aves) y acuáticos (macroinvertebrados, moluscos, crustáceos y peces) así como flora acuática.

Además, se realizó una evaluación de la condición de fragilidad de cada uno de los ecosistemas presentes en el AI, tanto terrestres como acuáticos.

### **8.2. Ambiente terrestre**

#### **8.2.1. Estatus de protección del AP**

El estatus o estado de protección del AP se enfoca en caracterizar, desde el punto de vista ambiental cómo está administrado el territorio y las restricciones de uso de la superficie que abarca el proyecto considerando cinco criterios: el Área de Conservación en que se ubica el Proyecto, la presencia de Áreas Silvestres Protegidas, la existencia de Corredores Biológicos, la interrelación con áreas de protección de ríos y quebradas, según se define el artículo 33 y 34 de la Ley Forestal 7575 (1996) y terrenos clase VIII y la presencia de áreas sometidas al Sistema Pago por Servicios Ambientales.

Asimismo, es importante señalar que la protección del territorio desde el punto de vista ambiental, con presencia de bosques, opera con niveles de restricción diferenciados en atención al régimen privado o público de la propiedad.

En las propiedades privadas, la Ley Forestal 7575 (1996) en su artículo 19 establece el impedimento de cambio del uso del suelo y el establecimiento de plantaciones forestales. No obstante, la Administración Forestal del Estado, podrá otorgar permisos en esas áreas, construir casas de habitación, oficinas, establos, corrales, viveros, caminos, puentes e instalaciones destinadas a la recreación, el ecoturismo y otras mejoras análogas y llevar a cabo proyectos de infraestructura, estatales o privados, de conveniencia nacional.

Por su parte en terrenos de propiedad estatal, la Ley Forestal 7575 (1996), en su artículo 1 establece:

*“...en virtud del interés público y salvo lo estipulado en el Artículo 18 de esta ley, se prohíbe la corta o el aprovechamiento de los bosques en Parques Nacionales (PN), Reservas Biológicas (RB), manglares, Zonas Protectoras (ZP), Refugios de Vida Silvestre (RVS) y Reservas Forestales (RF) propiedad del Estado”.*

### 8.2.1.1. Áreas de Conservación presentes en el AP

El SINAC promueve la administración de los territorios del país a través de unidades territoriales, en las que se interrelacionan actividades tanto privadas como estatales, y en las que se promueven soluciones conjuntas orientadas por estrategias de conservación y desarrollo sostenible de los recursos naturales.

EL PVAAM se ubica en su totalidad en el Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ACCVC), presentando gran variedad de ecosistemas naturales, por la variedad de climas, altitudes y topografía. En dicho territorio se generan servicios ambientales para la producción hidroeléctrica del país y agua para el consumo humano de la mayor parte de los habitantes del Valle Central.

El AP del proyecto (135,5 ha) se ubica desde la localidad de Río Macho, Sombrero y Navarro de Orosi, pasando por el sector sureste y suroeste de la zona industrial de Cartago, parte sur de los Cerros de la Carpintera hasta llegar a la parte sureste y suroeste del Valle Central.

### 8.2.1.2. Caracterización por Áreas Silvestres Protegidas (ASP)

En el AP, se identificó la presencia de la Zona Protectora Río Sombrero Río Navarro (ZPRNRS) y Zona Protectora Cerros La Carpintera (ZPCLC); en tanto que no se identificó ninguna otra área silvestre protegida (Cuadro.8.2.1).

Las Zonas Protectoras están conformadas por “bosques y terrenos de aptitud forestal, cuyo objetivo principal es la protección del suelo, la regulación del régimen hidrológico y la conservación del ambiente y de las cuencas hidrográficas”, según refiere el artículo 35 de Ley Forestal 7575 (1996).

**Cuadro.8.2.1.** Distribución de la superficie abarcada por el AP y AID según la ZP presente en el PVAAM. 2018.

Categoría	Área AP (ha)	AP (%)	Área AID	AID (%)
Zona Protectora Cerros de La Carpintera	20,82	15,4%	134,67	8,3%
Zona Protectora Río Sombrero-Río Navarro	8,19	6,0%	143,25	8,8%
Terrenos que no forman parte de ASP	106,51	78,6%	1348,88	82,9%
<b>TOTAL</b>	<b>135,52</b>	<b>100%</b>	<b>1626,80</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia (2018)

#### a) Zona Protectora Río Sombrero Río Navarro (ZPRSRN)

La ZPRSRN se creó mediante Decreto 15436-MAG (1984). Abarca un área de 6464,0 ha y su objetivo principal se enfoca en la protección de la calidad y cantidad de las aguas de los Ríos Navarro y Sombrero (SINAC 2018). Como objetivo general, la ZPRNRS se enfoca en conservar, proteger y restablecer los nexos naturales entre las ASP, con el fin de mantener la diversidad biológica, la capacidad de oferta hídrica y demás servicios ambientales para beneficio de la región. Entre los objetivos específicos se mencionan el de generar información científica, dar a conocer el corredor a las comunidades de la sub-cuenca, buscar financiamiento para programas alternativos de desarrollo social y establecer un programa que oriente el desarrollo de capacidades locales en las comunidades.

La ZPRSRN se ubica en San Francisco del Cantón de El Guarco, Provincia de Cartago Su topografía es considerada medianamente quebrada, cubierta parcialmente de bosques primarios intervenidos y bosques secundarios, cuya protección es importante a razón de que estos dos ríos forman parte de la cuenca superior del Río Reventazón, de importancia para generación hidroeléctrica. Son comunes las oropéndolas cabecicastañas (*Psarocolius walgeri*), los tucancillos verdes (*Aulacorhynchus prasinus*) así como especies de colibríes. Algunos caminos que parten desde Puente Negro cerca de Orosi, permiten introducirse hacia esta zona protectora (SINAC 2018).

La ZPRSRN no cuenta con un Plan de Manejo aprobado por SINAC; no obstante, existen lineamientos generales a partir del Decreto 29393-MINAE (2001) para desarrollar un Plan de Ordenamiento Territorial, con el fin de regular las actividades que se efectúen en las fincas de dominio privado incluidas dentro de las RF, ZP y RVS estatales y mixtos. Los lineamientos establecidos señalan la aplicación de una metodología para toma de decisiones por parte del personal el AC respectiva para el análisis de solicitudes para el desarrollo de actividades productivas. En el proceso, se caracterizó cada ASP y se definieron cuatro criterios de ordenamiento territorial tales como recopilación de aspectos legales, mapeo de conflictos de uso, mapeo de amenazas naturales. Con ello se establecen recomendaciones que permitan normalizar los procesos de gestión y tramitación.

En cuanto a la cobertura vegetal actual de la ZPRSRN, relacionada directamente con el AP del proyecto, 8,19 ha se ubican dentro de la ZP (Cuadro.8.2.2). El PVAAM requiere la construcción de varias obras que se ubicarían en el sector noroeste de la zona. Entre ellos se citan: construcción de Tuberías en una franja de 15 metros en servidumbre al sur del camino que comunica Puente Negro con la localidad de Muñeco, en Orosi de Cartago, Estaciones de Válvulas y un Porta de Entrada al Túnel Tejar. De dicha superficie, 4,81 ha corresponden a coberturas de usos agrícolas y silvopastoriles, en tanto que 3,24 ha corresponden a bosques.

**Cuadro.8.2.2.** Distribución del área en la ZPRNRS según el tipo de cobertura vegetal presente en el AP del PVAAM. 2018.

<b>Ecosistema</b>	<b>Cobertura en AP</b>	<b>Área (ha)</b>
Natural	Bosque	3,24
Sub-total Natural		3,24
Semi-natural	Matorral Arbolado	0,15
Subtotal Seminatural		0,15
Cultural	Herbazal Arbolado	1,58
	Plantación Forestal	1,33
	Herbazal	0,97
	Matorral	0,33
	Infraestructura	0,21
	Plantación de Café	0,13
	Cuerpos de Agua	0,12
	Cultivo Agrícola	0,10
	Terreno Descubierta	0,04
<b>Subtotal cultural</b>		<b>4,81</b>
<b>TOTAL</b>		<b>8,19</b>

Fuente: elaboración propia (2018).



## b) Zona Protectora Cerros de La Carpintera (ZPCLC)

Esta Zona Protectora fue creada mediante Decreto 6112-A (1976), con una extensión de 2000 ha. Su área ha ido modificándose con la promulgación de varios decretos ejecutivos. Mediante el Decreto 29278-MINAE (2001), sus límites se ampliaron a 2391 ha.

La ZPCLC se ubica al centro geográfico del país, entre la Cordillera Volcánica Central y los Cerros del Tablazo que son estribaciones de la Cordillera de Talamanca (MINAE 2011). En forma más específica, la zona se localiza al sur de la ciudad de Tres Ríos, Cartago, en el macizo montañoso de la Carpintera, Coris, Cerro Patarrá y otros. En esta zona nacen varios ríos y quebradas de gran importancia para las comunidades, que se abastecen de agua, tanto para uso doméstico, agrícola e industrial (GARITA 1989). Administrativamente, el territorio de la ZPCC incluye territorio en cuatro cantones: La Unión, Cartago, Desamparados y Curridabat (Cuadro.8.2.3).

**Cuadro.8.2.3.** División político-administrativa de la ZPCC.

Cantón	Superficie (ha)	Porcentaje	Distritos
La Unión	975	41	Río Azul, San Diego, San Rafael
Cartago	964	40	San Nicolas, Guadalupe, Quebradilla
Desamparados	429	18	Patarrá
Curridabat	28	1	Tirrases
<b>TOTAL</b>	<b>2 396</b>	<b>100</b>	

**Fuente:** MINAE (2011).

El paisaje de la ZPCLC está dominado por parches de bosque y algunos pastizales, con gran diversidad de flora y fauna representativa del Bosque Montano Bajo, Bosque Húmedo y Muy Húmedo Premontano. Se citan especies de árboles tales como roble encino (*Quercus costarricensis*), quizarrá (*Nectandra sp*), aguacatillos (*Persea shiedeana*), yos (*Sapium dolichostachys*), cedro dulce (*Cedrela tonduzil*), lagartos (*Xantoxylum sp*). Se reportan 82 especies de orquídeas, 10 de ellas descritas por primera vez en los Cerros de La Carpintera, tales como *Lepanthes blephariglossa*, *Lepanthes ciliisepala*, *Pleurothallis homalantha* y *Stelis carpintera* y una especie endémica de estos cerros (*Malaxis carpintera*). Se presentan mamíferos menores tales como perezosos (*Choloepus hoffmanni*), ardillas (*Sciurus variegatoides*), mapaches (*Procyon lotor*), conejos (*Sylvilagus sp*) y pizotes (*Nasua narica*). En cuanto a aves, se reportan 187 especies, entre ellas toledos (*Chiroxiphia linearis*), tucancillos verdes (*A. prasinus*), rualdos (*Chlophonia callophrys*), trogones machos (*Trogon collaris*) y colibríes alas de sable violáceo (*Campylopterus hemileucurus*) (MINAE 2011).

La ZPCLC cuenta con un Plan de Manejo diseñado por el SINAC (MINAE, 2011), considerando objetivos de conservación del ambiente, la belleza paisajística y la biodiversidad, así como la producción de agua en calidad y cantidad. El Plan de Manejo divide la zona en cuatro zonas de manejo, con diferente grado de restricción en cuanto al uso de las mismas. Asimismo, se definió un área de influencia, que comprende aquellos actores y territorios que tienen una influencia directa e indirecta con la ZP y que tienen que ser considerados en los programas de gestión.

La ZPCLC tiene un régimen de tenencia de la tierra mixto, donde más del 90% de su superficie es propiedad privada (MINAE 2011).

Por otro lado, la ZPCLC cuenta con una Comisión Interinstitucional para su desarrollo y protección creada mediante Decreto N° 34547-MINAE del 09 junio del 2008, conformada por cinco miembros de la siguiente manera: un representante de la Asociación de Guías y Scouts de Costa Rica, un representante de la Asociación Movimiento Cívico del Cantón de La Unión, un representante de la Municipalidad de La Unión y dos representantes del ACC.

Asimismo, cuenta con un Consejo Local de la ZPCLC, que cumple la función de ejecutar las acciones que propone el Plan General de Manejo en coordinación con las distintas organizaciones e instituciones que tengan competencia en el área silvestre protegida, tales como la *Asociación Movimiento Cívico del Cantón de La Unión*, *Asociación Movimiento Tiribí Limpio*, *Asociación de Desarrollo Específica La Torre*, *Asociación de Propietarios de La Carpintera*, *Fundación Neotrópica*, *Municipalidad de La Unión* y el *Sistema Nacional de Áreas de Conservación*.

De acuerdo con el mapeo realizado de las coberturas vegetales presentes en el AP dentro de los límites de la ZPCLC, las obras abarcan un total de 20,82 ha distribuidas en 9 tipos de cobertura vegetal. Las que obras que requieren mayor área corresponden al Portal de salida Túnel Lajas, Planta Potabilizadora y tubería Planta a Estación Válvulas Damas, abarcando un 76% del área total. Las obras Tubería Tejar-Lajas y el Portal entrada al Túnel Lajas requieren menos superficie y abarcan un 13,6% del área total del AP dentro de la ZPCLC (Cuadro.8.2.4).

**Cuadro.8.2.4.** Distribución del área en la ZPCLC según el tipo de cobertura vegetal presente en el AP del PVAAM. 2018.

ID	Obra en AP	Cobertura	Área (ha)	AP (ha)
4	Tubería Tejar-Lajas, Válvulas vaciado	Bosque	0,69	1,17
		Herbazal	0,20	
		Matorral	0,10	
		Matorral Arbolado	0,09	
		Plantación Forestal	0,10	
5	Porta entrada Túnel Lajas	Herbazal	0,04	1,67
		Herbazal Arbolado	0,50	
		Matorral	0,03	
		Matorral Arbolado	0,40	
		Terreno Descubierta	0,70	
6	Portal salida Túnel Lajas	Bosque	1,71	5,31
		Herbazal	0,01	
		Herbazal Arbolado	1,45	
		Matorral Arbolado	0,08	
		Plantación Forestal	2,06	
7	Planta Potabilizadora	Bosque	0,13	6,18
		Herbazal	1,00	
		Herbazal Arbolado	1,42	
		Infraestructura	0,03	

ID	Obra en AP	Cobertura	Área (ha)	AP (ha)
		Matorral	0,00	
		Matorral Arbolado	0,65	
		Plantación Forestal	2,96	
8	Tubería Planta-Estación Válvulas Damas, Válvulas vaciado	Bosque	1,81	4,49
		Herbazal	0,04	
		Herbazal Arbolado	0,76	
		Infraestructura	0,76	
		Matorral	0,06	
		Matorral Arbolado	0,97	
		Plantación Forestal	0,10	
9	Minicentral Hidroeléctrica	Bosque	0,28	2
		Matorral Arbolado	0,53	
		Plantación Forestal	1,19	
<b>TOTAL</b>				<b>20.82</b>

Fuente: elaboración propia (2018)

### 8.2.1.3. Corredores biológicos

Un CB es un espacio geográfico delimitado, generalmente de propiedad privada y cuya función es proporcionar conectividad entre las ASP, los paisajes, ecosistemas y hábitats naturales o modificados, para hacer posible la migración y dispersión de la flora y fauna silvestre, asegurando la conservación y el mantenimiento de la biota y sus hábitats, además de los procesos ecológicos y evolutivos (SINAC 2008).

Un CB mantiene una estructura territorial, con un área núcleo, tales como un ASP, rutas de conectividad, que son propuestas de enlace entre dos o más zonas núcleo, zonas de amortiguamiento o transición entre las áreas núcleo y la matriz del corredor, hábitats sumideros, que son fragmentos del ecosistema natural y la matriz del CB, conformada por áreas de usos múltiples (actividades agropecuarias, ecoturismo, asentamientos humanos, entre otros

En el PVAAM se identificó la existencia del Corredor Biológico Ribereño Interurbano Subcuenta Río Reventado-Río Agua Caliente (COBRI-SURAC), creado en el año 2007.

El corredor tiene un área total de 18451 ha. Sus objetivos principales consisten en conservar, proteger y restablecer los nexos naturales entre las áreas silvestres protegidas tales como el Parque Nacional Volcán Irazú, Parque Nacional Tapantí-Macizo de la Muerte, Reserva Forestal Cordillera Volcánica Central, Reserva Forestal Río Macho, Zona Protectora río Sombrero y río Navarro, así como la Zona Protectora Cerros de la Carpintera (COBRI SURAC 2007).

A nivel normativo, dicho corredor se sustenta en la Estrategia de Corredores Biológicos de Costa Rica, según Decreto 40043-MINAE. En él se registra la presencia de 419 especies de plantas de las cuales 34 son helechos. Están representadas por las Familias Orchidaceae (44 especies), y Asteráceas (39 especies). Se encuentran registradas 20 especies de mamíferos, entre ellas dos endémicas como el ratón cantor (*Scotinomys xerampelinus*) y la taltuza (*Orthogeomys heterodus*). Están presentes 246 especies de aves (29% del total existente en el país).

La creación del CB COBRI-SURAC fue promovida por la Federación de Municipalidades de Cartago (FMC), tales como Cartago, Turrialba, Jiménez, Oreamuno, Alvarado, Paraíso, El Guarco y la Unión, además de los Consejos de Distrito de Cervantes y Tucurrique. El CB COBRI-SURAC opera a través de decisiones político-administrativas, las cuáles son tomadas por el Comité Local, enfocadas en cuatro áreas temáticas: a) *Protección y rescate de recursos agua, suelo aire, biodiversidad y ecología urbana*, b) *Manejo integral de residuos*, c) *Alternativas de desarrollo sostenible* y d) *Capacitación y formación*

El AP abarca un 2,7% del CB COBRI-SURAC, cuya extensión total es de 1 628,8 ha, lo cual implica que la afectación en términos porcentuales es relativamente baja. Por su parte, en sentido inverso, al analizar la superficie específica del PVAAM, se tiene que un 32% del AP se ubica dentro de los límites del CB (Cuadro.8.2.5).

**Cuadro.8.2.5.** Distribución del área y porcentaje de COBRI SURAC según AP y AID del PVAAM. 2018.

<b>Categoría</b>	<b>Área AP (ha)</b>	<b>AP (%)</b>	<b>Área AID</b>	<b>AID (%)</b>
COBRI-SURAC	43,80	32%	351,09	22%
Resto de área sin presencia de CB	91,72	68%	1 275,71	78%
TOTAL	135,52	100%	1 626,80	100%

**Fuente:** elaboración propia (2018).

#### **8.2.1.4. Áreas de Protección y terrenos Clase VIII**

Las Áreas de Protección están definidas en el artículo 33 de La Ley Forestal 7575 (1996). En forma específica, se indica que dichas áreas están conformadas por las superficies que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal. Se considera también, las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal, así como una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado. También forman parte las zonas de cincuenta metros medida horizontalmente en las riberas de los lagos y embalses naturales y en los lagos o embalses artificiales construidos por el Estado y sus instituciones. Se exceptúan los lagos y embalses artificiales privados.

En forma complementaria, se incluyen también las áreas de recarga y los acuíferos de los manantiales, cuyos límites serán determinados por los órganos competentes establecidos en el reglamento de esta ley. Finalmente, los terrenos ubicados en una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado.

Por su parte, la Metodología para la Determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras de Costa Rica, Decreto 23214-MAG-MIRENEN (1994) definió un sistema de clasificación en tres niveles. El primero de ellos se denomina clases de capacidad de uso, para lo cual definió 8 clases o grupos de tierras que presenten condiciones similares en lo referido a limitaciones y riesgo de deterioro para su uso de forma sostenible. Luego, una subclase, definidos como grupos de tierras que tienen limitaciones del mismo tipo, y finalmente, estableció unidades de manejo, como una subdivisión de las subclases, que indican los factores específicos que limitan su utilización en actividades agropecuarias y forestales.



Las clases I, II y III permiten el desarrollo de cualquier actividad, incluyendo la producción de cultivos anuales. Las clases IV, V y VI, su uso se restringe al desarrollo de cultivos semipermanentes y permanentes. En la clase VIII se presentan limitaciones tan severas que sólo se permite el manejo del bosque natural primario o secundarias, y finalmente la clase VIII caracteriza terrenos denominados de protección. La metodología señala que los terrenos Clase VIII no reúnen las condiciones mínimas para actividades de producción agropecuaria o forestal alguna. Las tierras de esta clase tienen utilidad sólo como zonas de preservación de flora y fauna, protección de áreas de recarga acuífera, reserva genética y belleza escénica. Para esta clase se incluye cualquier categoría de parámetros limitantes.

Al realizar el mapeo de varias categorías de Áreas de Protección, se obtiene que un 31,1% (42,05 ha). Los datos que se obtuvieron en forma específica para cada categoría, se trataron de forma independiente en el análisis de la “capa” a través del SIG; lo que provoca un traslape entre algunas de ellas, por ejemplo, que el área de protección de un río coincida en algunos sectores con las áreas clase VIII y/o con alguna naciente. Por ello, estos datos no se deben totalizar (Cuadro.8.2.6).

**Cuadro.8.2.6.** Áreas de protección hídrica asociadas al AP y AID del PVAAM. 2018.

Categoría	AP (*) (ha)	AP Total (ha)	AID (*) (ha)	AID Total (ha)
Protección Ríos y Quebradas	28,72	42,68	368,05	511,7
Lagos	1,36		9,63	
Nacientes	14,22		113,35	
Recarga acuífera	2,37		24,53	
Clase VIII	NA		NA	

**Fuente:** elaboración propia (2018).

(\*) Estas áreas no se deben sumar aritméticamente, dado que, al analizarse por separado, su cálculo presenta pequeños traslapes con las otras categorías.

#### 8.2.1.5. Pago por Servicios Ambientales (PSA)

El sistema de Pago por Servicios Ambientales consiste en un reconocimiento financiero por parte del Estado a través del FONAFIFO, a los propietarios y poseedores de bosques y plantaciones forestales por los servicios ambientales que éstos proveen a la sociedad y que inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente (FONAFIFO 2018).

Los principales servicios reconocidos son: la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, protección del agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico, protección de la biodiversidad para su conservación y uso sostenible y la belleza escénica natural para fines turísticos y científicos.

En el AP se identificó una finca sometida al PSA bajo la modalidad Protección de Bosque (2015). Las obras asociadas al proyecto podrían afectar alrededor de 3,86 ha de bosque sometidas al PSA en la finca Vista Hermosa del Valle S.A. (Cuadro.8.2.7).

**Cuadro.8.2.7.** Área y porcentaje de superficie sometida al Sistema de Pago por Servicios Ambientales en el AP y AID del PVAAM. 2018.

<b>Categoría</b>	<b>Contrato</b>	<b>Área AP (ha)</b>	<b>AP (%)</b>	<b>Área AID (ha)</b>	<b>AID (%)</b>
Vista Hermosa del Valle S.A	SJ-02-22-0013-2015 Protección de Bosque	3,86	3%	47,50	3%
Área sin PSA		131,66	97%	1579,3	97%
<b>TOTAL</b>		<b>135,52</b>	<b>100%</b>	<b>1626,8</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** elaboración propia (2018).

### 8.2.2. Zonas de vida (ZV)

El sistema de Zona de Vida define y describe las formaciones o comunidades boscosas del país, basándose en diferentes parámetros climáticos como factores determinantes para la presencia de cierta vegetación en un determinado lugar (KAPELLE 1996). La Zona de Vida es la unidad ecológica determinada y definida en el sistema de clasificación de zonas de vida del mundo, basado en la temperatura (biotemperatura media anual), la humedad (precipitación total por año) y la evapotranspiración potencia de los diferentes ecosistemas presentes en el planeta (HOLDRIDGE 1967).

En el AP se localizan tres ZV que corresponden al Bosque Húmedo Premontano (bh-P), Bosque Muy Húmedo Premontano (bmh-P) y Bosque Muy Húmedo Montano Bajo (bmh-MB) (Cuadro.8.2.8). El bh-P abarca la mayor parte del AP con 54,6%, el bmh-P el 25,8% del AP y, finalmente, el bmh-MB abarca en 19,6% del AP. Para mayores detalles se debe ver la sección zonas de vida del Ambiente Terrestre de la línea base del EsIA.

**Cuadro.8.2.8.** Zonas de Vida presentes en el AI del PVAAM. 2018.

<b>Zonas de Vida</b>	<b>AP</b>		<b>AID</b>	
	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
Bosque Húmedo Premontano (bh-P)	74.0	54.6	907.8	55.8
Bosque Muy Húmedo Premontano (bmh-P)	34.9	25.8	573.5	35.3
Bosque Muy Húmedo Montano Bajo (bmh-MB)	26.6	19.6	145.5	8.9
<b>Total</b>	<b>135.5</b>	<b>100</b>	<b>1626.8</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2018), a partir de información proporcionada por SIG Gestión Ambiental.

### 8.2.3. Asociaciones naturales presentes (ecosistemas)

La Ley de Biodiversidad 7788 (1998) señala en su artículo 7 que un un ecosistema es un complejo dinámico de comunidades de plantas, animales, hongos, microorganismos y su medio físico, interactuando como una unidad funcional. Por su parte, la Ley Forestal 7575 (1996) define el componente bosque como un ecosistema nativo, intervenido o no, regenerado por sucesión natural que ocupa una superficie de dos o más hectáreas, caracterizada por la presencia de árboles maduros de diferentes edades, especies y porte variado, con uno o más doseles que cubran más del setenta por ciento de esa superficie y donde existan más de sesenta árboles por hectárea de quince o más centímetros de diámetro.

Para la descripción general de los ecosistemas se identificaron tres grandes categorías en función del origen y de la intervención humana que presenta: el ecosistema natural, el ecosistema seminatural y el ecosistema cultural (Cuadro.8.2.9). Se encontró que el ecosistema cultural fue el que abarcó el mayor porcentaje de área, seguido del ecosistema natural y por último el ecosistema seminatural.

**Cuadro.8.2.9.** Superficie de los ecosistemas presentes en el AI del PVAAM. 2018.

Ecosistemas	AP		AID	
	Área (ha)	Porcentaje		Área (ha)
Natural	22.3	16.5	Natural	22.3
Semi natural	10.9	8.1	Semi natural	10.9
Cultural	77.4	57.1	Cultural	77.4
<b>Total</b>	<b>33.3</b>	<b>24.5</b>	<b>Total</b>	<b>33.3</b>
Otro	24.9	18.4	Otro	24.9
<b>Total</b>	<b>135.5</b>	<b>100</b>	<b>Total</b>	<b>135.5</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2018), a partir de información proporcionada por SIG Gestión Ambiental.

### 8.2.3.2. Ecosistema Natural

Este tipo de ecosistema presenta poca o ninguna intervención humana, por lo que incluyen vegetación primaria, los bosques poco alterados y los bosques secundarios en etapas muy avanzadas de recuperación (ACEVEDO et al. 2002). En el AI del PVAAM, el ecosistema natural representó el 16,5 % (22,3 ha), del AP y un 8,2% (132,8 ha) del AID. Se estima que este ecosistema presenta un potencial de conservación alto, ya que se encuentran una gran variedad de especies silvestres de flora y fauna.

### 8.2.3.3. Ecosistema Seminatural

Este tipo de ecosistema presenta una intervención humana bastante evidente y se ubica en sitios donde los procesos de recuperación o sucesión ecológica de la vegetación original están presentes. Dentro de ellos se incluyen bosques secundarios incipientes, bosques secundarios en etapas intermedias y bosques maduros muy intervenidos por actividad maderera. Además, se incluyen los bosques ralos, matorrales (denso, denso arbolado y ralo) que corresponden a los denominados charrales y tacotales. En el AI del PVAAM, el ecosistema seminatural abarcó el 8,1% (10,9ha) del AP y un 35,5% (577,4ha) del AID. Se estima que este ecosistema presenta un *potencial de conservación medio alto*, ya que el proceso de sucesión se encuentra avanzado, inclusive su conservación permitiría la colonización de especies de flora silvestre típicas de coberturas boscosas aledañas.

### 8.2.3.4. Ecosistema Cultural

Este tipo de ecosistema se localiza en áreas donde se desarrollan actividades productivas o de subsistencia para el hombre, como son los pastizales, plantaciones agrícolas y forestales. En el AI del PVAAM, el ecosistema cultural abarcó el 57,1% (77,4ha) del AP y un 26,5%, (430,7ha) del AID. Se estima que este ecosistema presenta un *potencial de conservación bajo*, ya que las especies forestales presentes son el resultado de la cobertura vegetal remanente de antiguos aprovechamientos o de un proceso de regeneración natural temprano.

#### 8.2.4. Cobertura vegetal actual por asociación natural

Se definieron doce coberturas de la tierra específicas, como subdivisiones de los ecosistemas generales detallados anteriormente (Cuadro.8.2.10). A través de análisis y mapeos mediante el Sistema de Información Geográfica, se logró determinar la superficie y ubicación de cada una.

**Cuadro.8.2.10.** Superficie de coberturas vegetales identificadas en el AI del PVAAM. 2018.

Tipo ecosistema	Tipo cobertura	AP		AID	
		ha	%	ha	%
Natural	Bosque	22,3	16,5	430,7	26,5
<b>Total Natural</b>		<b>22.3</b>	<b>16,5</b>	<b>430,7</b>	<b>26,5</b>
Seminatural	Matorral Arbolado	8,8	6,5	86,8	5,3
<b>Total Seminatural</b>		<b>8.8</b>	<b>6,5</b>	<b>86,8</b>	<b>5,3</b>
Cultural	Herbazal Arbolado	15,4	11,4	131,4	8,1
	Plantación Forestal	12,4	9,2	90,1	5,5
	Cultivo Agrícola	6,4	4,8	49	3
	Frutales	2,4	1,8	15,8	1
	Herbazal	36,9	27,3	209,6	12,9
	Matorral	1,6	1,2	22,5	1,4
	Plantación de Café	3,8	2,8	81,6	5
<b>Total Cultural</b>		<b>78.9</b>	<b>58,5</b>	<b>600</b>	<b>36,9</b>
Otra	Terreno Descubierta	1,7	1,3	124,22	7.6
	Cuerpos de Agua	0,6	0,4	23,4	1.4
	Infraestructura	23,2	17,1	361,7	22.2
<b>Total Otra</b>		<b>25.5</b>	<b>18,8</b>	<b>509,3</b>	<b>31,3</b>
<b>Total General</b>		<b>135.5</b>	<b>100</b>	<b>1626,8</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2018), con base en información proporcionada por SIG-Gestión Ambiental.

Para efectos de caracterizar las principales coberturas vegetales, con mayor presencia de árboles, se realizó un muestreo forestal sin remplazo aleatorio, instalando parcelas circulares temporales de 500m<sup>2</sup> (12,62 metros de radio), y georreferenciando el punto central de la parcela. En cada parcela de muestreo se identificó las especies de flora silvestre presente y la Familia a la cual pertenecían, así como datos dasométricos (e.g. DAP, altura comercial y total).

En total se colocaron 27 parcelas circulares de muestreo, totalizando 1,35 ha, con una intensidad de muestreo promedio de 2,4%, del total del área de las cuatro coberturas seleccionadas (Cuadro.8.2.11). El diseño de muestreo solamente consideró los individuos de especies de flora con un diámetro mayor a 15cm de DAP. A partir de dicho muestreo se logró caracterizar en forma general, algunos parámetros preliminares de las coberturas vegetales estudiadas.



**Cuadro.8.2.11.** Distribución del número de parcelas, intensidad de muestreo y datos dasométricos generales, según cobertura vegetal estudiada en el PVAAM. 2018.

Parámetros	Bosque	Matorral arbolado	Plantación forestal	Herbazal arbolado
Área a muestrear	22.30	8.8	12.4	15.4
Tamaño de parcela (ha)	0.05	0.05	0.05	0.05
Cantidad parcelas	8	4	7	8
Intensidad de muestreo (%)	1.80%	2.30%	2.80%	2.60%
Promedio área basal (m <sup>2</sup> /ha)	33.93	14.7	11.3	30.8
Varianza	10.44	47.15	243.5	665.4
Desviación estándar	3.23	6.9	15.6	25.8
Densidad (árboles/ha)	350.00	200	329	155
Volumen (m <sup>3</sup> /ha)	166.35	40.75	167.63	47.14

Fuente: Elaboración propia (2018)

#### 8.2.4.2. Cobertura bosque

El bosque analizado en el AP presenta una estructura de dos a 3 estratos, con presencia de especies típicas de bosques secundarios intervenidos y en menor medida especies propia de bosque maduro. Esta cobertura representó el 16,5% (22.3 ha) de la superficie total del AP, en donde se colocaron ocho parcelas de muestreo. El muestreo permitió registrar la presencia de 32 Familias y 40 individuos distribuidos entre 47 especies de árboles con un diámetro mayor a 15 centímetros (DAP), de las cuales un 43% fueron especies de uso comercial y un 57% fueron de uso no comerciales (Figura 8.2.1).



**Figura 8.2.1.** Fotografía de cobertura boscosa en la localidad de Tejar. 14/06/2017.

Entre las principales especies registradas están el Roble (*Quercus bumelioides*), aguacatillo (*Persea caerulea*), copalchi (*Croton niveus*), higerón (*Ficus sp.*), burío (*Heliocarpus sp.*), cacho de venado (*Oreopanax xalapensis*), corroncho (*Zinowiewia integerrima*), entre otras.

#### 8.2.4.3. Cobertura matorral arbolado

Esta cobertura abarcó alrededor del 6,5% (8.8ha) de la superficie total del AP del proyecto (Figura 8.2.2). El muestreo permitió registrar la presencia de 13 Familias y 40 individuos distribuidos entre 15 especies de árboles con un diámetro mayor a 15 centímetros (DAP) en las cuatro parcelas muestreadas. Es importante señalar que el matorral arbolado corresponde a un bosque en su fase de sucesión temprana; es decir, lo que se conoce como charral o tacotal.



**Figura 8.2.2.** Fotografía de matorral arbolado existente en la localidad El Llano. 27/06/2017.

Se encontró que el 60% de las especies registradas son de uso comercial, mientras que el 40% fueron de uso no comercial. Entre las especies identificadas están el ratoncillo (*Myrsine coriácea*), dama (*Citharexylum donnell-smithii*), cedro dulce (*Cedrela tunduizii*), María (*Miconia* sp), entre otras.

#### 8.2.4.4. Cobertura herbazal arbolado

Esta cobertura abarcó alrededor del 26,2% (15,4ha) de la superficie total del AP (Cuadro.8.2.3). Se colocaron ocho parcelas de muestreo, en las cuales se identificaron 17 Familias y se registraron 62 individuos distribuidos entre 23 especies de árboles con un diámetro mayor a 15 centímetros (DAP).



**Figura 8.2.3.** Fotografía de un herbazal arbolado con especies de mango (*Mangifera indica*) en la localidad de Damas. 20/06/2017.

#### **8.2.4.5. Cobertura plantación forestal**

Esta cobertura abarcó alrededor del 12,4% de la superficie total del AP. Se colocaron siete parcelas de muestreo, en las cuales se identificaron 9 Familias y 115 árboles distribuidos entre 9 especies de árboles con un diámetro mayor a 15cm (DAP). Del total de especies registradas, el 29% fueron especies forestales comerciales, mientras que un 71% fueron especies no comerciales. Las especies con mayor abundancia fueron la dama (*Citharexylum donnell-smithii*), ratoncillo (*Myrsine coriacea*), targua (*Croton draco*), poro (*Erythrina sp*), guaba (*Inga sp*), mango (*Mangifera indica*), jocote (*Spondias purpurea*), entre otras.

Asumiendo como criterio de análisis la funcionalidad de las plantaciones forestales como actividad para la producción de madera, se tiene como resultado que el 85% de las especies son de uso comercial, en tanto que, el restante 15% es de uso no comercial. Las principales especies utilizadas son casuarina (*Casuarina cunninghamiana*), ciprés (*Cupressus lusitanica*) y huevos de caballo (*Stemmadenia donnell-smithii*) (Figura 8.2.4).



**Figura 8.2.4.** Foto de una plantación forestal de Casuarina (*Casuarina cunninghamiana*) en la localidad de Guatuso. 18/07/2017.

## 8.2.5. Especies indicadoras por ecosistema natural

Las especies indicadoras son aquellas que por sus características (e.g. sensibilidad a perturbación o contaminantes, distribución, abundancia, dispersión, éxito reproductivo, entre otras) pueden ser utilizadas como estimadoras de los atributos o estatus de otras especies o condiciones ambientales de interés que resultan difíciles, inconvenientes o costosos de medir directamente (CARO y O'DOHERTY 1999, citado por ISASI-CATALÁ 2011). Es decir, son especies de referencia utilizadas para medir la condición de un hábitat, comunidad o ecosistema particular.

### 8.2.5.1. Especies de flora

Para identificar las especies silvestres de flora que pueden funcionar como indicadoras de los ecosistemas asociados al AI del PVAAM se utilizó el índice del valor de importancia ecológico (I.V.I.) de las especies; el cual está constituido por 3 componentes que son: la abundancia relativa (%) + la dominancia relativa (%) + la frecuencia relativa (%), por lo que su valor total máximo es de 300%. De esta forma se utiliza la información de área basal específica por hectárea para la dominancia; el número de árboles por hectárea para la abundancia y la frecuencia como la presencia o falta de una especie dentro de una determinada parcela de muestreo y se expresa como un porcentaje del total de unidades de registro u ocupación.

En el ecosistema natural, el cual se encuentra conformado por coberturas tipo Boscosas, las especies dominantes con base al IVI fue el anonillo (*Rollinia mucosa*) y el burío (*Heliocarpus sp.*). En el ecosistema seminatural, en la cobertura vegetal de Matorral Arbolado, las especies con mayor dominancia fue el ratoncillo (*Myrsine coriacea*) y la dama (*Citharexylum donnell-smithii*). En el ecosistema cultural, para la cobertura vegetal de Herbazal Arbolado, las especies dominantes son el poró (*Erythrina sp.*) y el jocote (*Spondias purpurea*). En este mismo ecosistema, pero en la cobertura vegetal de Plantación Forestal, las especies con mayor dominancia son el ciprés (*Cupressus lusitanica*) y el pino de Australia (*Casuarina cunninghamiana*) (Cuadro.8.2.12).

**Cuadro.8.2.12.** Índice Valor de Importancia (IVI) para las especies identificadas en el muestreo forestal para las coberturas bosque, herbazal arbolado, matorral arbolado y plantación forestal del PVAAM. 208.

Cobertura	Nombre científico	Frecuencia Relativa (%)	Abundancia Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI (%)
Bosque	<i>Rollinia mucosa (Jacq). Bail.</i>	3,1	3,6	17,7	24,4
	<i>Heliocarpus sp.</i>	3,1	8,6	7,4	19,1
	<i>Croton niveus Jacq.</i>	1,6	10,7	6,6	18,9
	<i>Oreopanax xalapensis (Kunth) Decne. &amp; Planch.</i>	1,6	5,0	11,1	17,7
	<i>Eugenia sp</i>	3,1	1,4	10,8	15,3
Herbazal arbolado	<i>Erythrina sp.</i>	7,4	17,7	24,4	49,5
	<i>Spondias purpurea L.</i>	3,7	12,9	12,6	29,2
	<i>Pinus caribaea var. hondurensis Morelet</i>	3,7	3,2	18,4	25,4
	<i>Croton draco Schltld.</i>	7,4	9,7	2,9	20,0
	<i>Inga sp</i>	7,4	6,5	3,1	17,0



Cobertura	Nombre científico	Frecuencia Relativa (%)	Abundancia Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI (%)
Matorral arbolado	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	10,5	25,0	13,7	49,2
	<i>Citharexylum donnell-smithii</i> Greenm.	5,3	17,5	11,7	34,5
	<i>Cedrela tunduzii</i> C. DC.	5,3	7,5	17,2	30,0
	<i>Miconia</i> sp	15,8	7,5	3,7	27,0
	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	5,3	5,0	14,6	24,8
Plantación forestal	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	29,4	53,9	63,2	146,6
	<i>Casuarina cunninghamiana</i> Miq.	17,6	29,6	23,1	70,3
	<i>Ficus</i> sp.	11,8	2,6	9,3	23,7
	<i>Stemmadenia donnell smithii</i>	5,9	8,7	2,9	17,5
	<i>Ocotea</i> sp	11,8	1,7	0,4	13,9

**Fuente:** Elaboración propia (2018), según muestreos forestales.

#### 8.2.5.2. Especies de fauna silvestre

Para caracterizar la fauna terrestre del Proyecto se establecieron sectores dentro del AI del Valle de Orosí, Valle del Guarco, Llanuras de Coris en Cartago, así como algunos distritos del Cantón de Desamparados en San José.

En los sectores de Cartago se evaluaron sitios que aún conservan gran parte de la cobertura arbórea original y que son representativos de ecosistemas naturales y que ante la eventual presencia de algunas obras asociados al PVAAM se podría modificar la ecología de la fauna silvestre asociada. En los sectores de San José se evaluaron únicamente localidades directamente afectadas por la presencia de las obras (e.g. escombreras, pasos sobre ríos).

Para caracterizar la fauna silvestre terrestre, el paisaje del AI está definido por una matriz conformada por un mosaico de diferentes tipos de coberturas donde se identifican tres grandes bloques:

- **Bloque Natural (BN):** donde la matriz del paisaje está dominada por áreas extensas de bosque.
- **Bloque Urbano (BU):** donde la matriz del paisaje está dominada por asentamientos humanos.
- **Bloque Industrial (BI):** donde la matriz del paisaje está dominada por infraestructura industrial.

Para registrar la presencia de las especies de reptiles y anfibios (Herpetofauna), mamíferos (Mastofauna) y aves (Avifauna) asociadas a los ecosistemas terrestres del AI, se realizaron muestreos en 45 localidades diferentes y donde la cobertura dominante fue la boscosa. Para cada una de las localidades de muestreo se estableció un transecto longitudinal de  $\leq 1$  km el cual fue recorrido durante el día o la noche. Durante cada recorrido se registró la presencia de la fauna silvestre mediante observaciones directas (contacto visual) e indirectas (e.g. vocalizaciones, restos óseos, huellas).

Cuando se efectuaron capturas, los individuos fueron inmediatamente liberados una vez identificado en total se registró la presencia de 371 especies de fauna silvestre terrestre asociadas a las diferentes coberturas vegetales presentes en cada localidad de muestreo del AI del PVAAM.

La cobertura vegetal donde se registró el mayor número de especies fue el bosque con 322 (87%), mientras que las coberturas vegetales con menor número de especies registradas fueron el área abierta y camino con cinco (19%) y cuatro (13%) especies. Una mayor riqueza de especies en coberturas boscosas es el resultado de un esfuerzo de muestreo más intensivo en respuesta a la vulnerabilidad ecológica que muestra la fauna silvestre residente.

En cuanto a la riqueza de especies por AI, se encontró que el AID registró la mayor cantidad de especies con un total de 308 (83%), mientras que el AP registró solamente 239 (64%). La distribución de la riqueza de especies muestra alguna similitud a pesar de que el AP solamente representa el 8.33% del AID. Los resultados reflejan que el AP es un área de mucha riqueza.

Según el grupo taxonómico, las aves fueron el grupo más rico en especies con un 73% (271 especies) de los registros, los mamíferos representaron el 13% (47 especies), mientras que reptiles y anfibios solo abarcaron el 7% (27 y 26 especies respectivamente).

Los resultados mostraron que el BN fue el más rico en especies con un 90% (163 especies) de los registros. La matriz del paisaje en este bloque está conformada por extensas áreas de cobertura boscosa y zonas de pastoreo y cultivo que generan la presencia variados tipos de hábitats y sitios de refugios para una gran diversidad de aves con diferentes requerimientos ecológicos. El BU y BI registraron alrededor del 22% (39 especies) de la riqueza detectada en el AP (La conformación del paisaje (infraestructura humana y zonas de pastoreo) en ambos bloques podría estar ocasionando un efecto negativo sobre la presencia y abundancia de especies de aves mayormente asociadas a coberturas boscosas).

### **8.2.5.3. Especies de fauna silvestre como indicadores de ecosistemas**

Para identificar las especies silvestres de fauna que pueden funcionar como indicadores de los ecosistemas asociados al AI del PVAAM, se utilizó la densidad máxima de las especies y la dependencia de hábitat. Para cada una de las especies se seleccionó el número máximo de individuos detectados en cada una de las coberturas que componen los diferentes tipos de ecosistemas y el grado de dependencia de hábitat.

#### **Ecosistema natural**

- Reptiles y anfibios (herpetofauna)
  - Reptiles

De las 10 especies detectadas en el AP, cuatro resultaron ser las especies indicadoras de la cobertura que conforma este ecosistema. En este grupo se incluyen tres especies de lagartijas del género *Norops* (*N. limifrons*, *N. lemuringus*, *N. humilis*) y la lagartija espinosa (*S. malachiticus*). La lagartija (*N. limifrons*) fue la que mostró la mayor dominancia en comparación con las demás especies, le sigue *N. lemuringus* siendo esta la única que presenta poblaciones silvestres amenazadas.

- Anfibios

De las 10 especies detectadas en el AP, tres resultaron ser las especies indicadoras de la cobertura que conforma este ecosistema. En este grupo se incluyen la ranita martillito (*D. diastema*), la rana de hojarasca (*C. bransfordii*) y el sapo (*C. marinus*). La ranita martillito (*D. diastema*) mostró una dominancia relevante sobre las demás especies. Todas las especies, excepto el sapo, dependen de coberturas boscosas.

- Mamíferos (mastofauna)

De las 27 especies detectadas en el AP, cuatro resultaron ser las especies indicadoras de la cobertura que conforma este ecosistema. En este grupo se incluye el armadillo (*D. novemcinctus*), el zorro pelón (*D. marsupialis*), la ardilla (*S. variegatoides*) y el pizote (*N. narica*). Todas las especies poseen la capacidad de explotar variados tipos de hábitat, ninguna mostró poblaciones silvestres amenazadas.

- Aves (ornitofauna)

De las 163 especies detectadas en el AP, 14 resultaron ser las especies indicadoras de la cobertura que conforma este ecosistema. Este grupo lo conforman principalmente la oropéndola (*P. montezuma*), cuatro ojos (*C. flavopectus*), la urraca parda (*P. morio*), el porrón menor (*A. affinis*) y la tangara dorada (*T. icterocephala*). La oropéndola (*P. montezuma*) mostró una dominancia relevante sobre las demás especies. La mayoría de las especies mostraron una dependencia media de la estructura del bosque.

## **Ecosistema seminatural**

- Reptiles y anfibios (Herpetofauna)

- Reptiles

En el AP del ecosistema seminatural solamente se registraron tres especies de reptiles, siendo el cherepo (*Basiliscos basiliscus*) y la lagartija (*N. lemurinus*) las indicadoras de este ecosistema, esta última presentó poblaciones silvestres amenazadas y una dependencia de hábitats acuáticos. En el AID de este ecosistema no se detectaron especies de reptiles.

- Anfibios

En el AP del ecosistema seminatural solamente se detectó una especie de anfibio que correspondió al sapo (*C. marinus*). En el AID no se detectaron especies.

- Mamíferos (mastofauna)

De las cuatro especies detectadas en el AP, la ardilla (*S. variegatoides*) y el murciélago (*A. jamaicensis*) son señaladas como las especies indicadoras. En el grupo también se encuentra el pizote (*N. narica*) y el murciélago (*E. furinalis*). Todas las especies registradas poseen la habilidad de explotar variados tipos de hábitats, ninguna mostró poblaciones silvestres amenazadas. No hubo registros de anfibios en el AID.

- Aves (ornitofauna)

De las 39 especies detectadas en el AP, seis resultaron ser las especies indicadoras de la cobertura que conforma este ecosistema. En este grupo se encuentra el comemaíz (*Z. capensis*), el zanate (*Q. mexicanus*) y el perico frentirrojo (*P. finschi*). Este último presentó poblaciones silvestres amenazadas. Estas especies presentaron mayor asociación con hábitats menos complejos que un bosque. No se detectaron especies en el AID de este ecosistema.

### **Ecosistema cultural**

- Reptiles y anfibios (herpetofauna)

- Reptiles

De los cinco reptiles detectados en el AP, solamente dos resultaron ser especies indicadoras (lagartijas *N. limifrons* y *S. malachiticus*) de la cobertura que conforma este ecosistema. Ambas especies pueden sobrevivir en hábitats abiertos con árboles dispersos.

- Anfibios

De las cuatro especies detectadas en el AP, dos resultaron ser las especies indicadoras de la cobertura que conforma este ecosistema. Este grupo lo conforman la rana de hojarasca (*C. bransfordii*) y la rana martillito (*D. diastema*). La rana de hojarasca (*C. bransfordii*) mostró una dominancia sobre las demás especies. Ambas especies aún sobreviven en la vegetación remanente y asociada a ríos. En el AID solamente se detectó una especie (sapo-*Incilius coccifer*).

- Mamíferos (mastofauna)

De las 14 especies detectadas en el AP, tres resultaron ser las especies indicadoras de la cobertura que conforma este ecosistema. En este grupo se incluye el zorro pelón (*D. marsupialis*), el murciélago (*A. jamaicensis*) y el armadillo (*D. novemcinctus*). Todas las especies poseen la capacidad de explotar variados tipos de hábitat, inclusive algunas de estas son consideradas especies plagas.

- Aves (ornitofauna)

De las 39 especies detectadas en el AP, tres resultaron ser las especies indicadoras de la cobertura que conforma este ecosistema. El grupo lo conforman principalmente el zopilote negro (*C. atratus*), la urraca parda (*P. morio*) y la tortolita colilarga (*C. inca*). El zopilote negro (*C. atratus*) mostró dominancia sobre las demás especies y todas son frecuentemente detectadas en hábitats abiertos.

### **8.2.6. Especies endémicas, con poblaciones reducidas o en vías de extinción**

Las especies endémicas, son aquellas que han sido registradas únicamente en un país, y dentro de ese país se pueden presentar en una región específica. Las especies con poblaciones reducidas son aquellas que tienen probabilidades de convertirse en especies en peligro de extinción en el futuro previsible. Mientras que las especies en peligro de extinción son aquellas



que debido a su escasez o por algún otro factor de su biología particular, se encuentran gravemente amenazadas de desaparecer del país.

### 8.2.6.1. Especies de flora

A partir de los muestreos forestales realizados en el AP del proyecto, se determinó la presencia de dos especies con un grado de amenaza. La primera de ellas es el árbol conocido como chirraca (*Myroxylon balsamum*), con un grado de amenaza de peligro de extinción (Cuadro.8.2.13).

La segunda especie corresponde al cedro dulce (*Cedrela tonduzii*), con un grado de especie amenazada. Estas especies fueron registradas en las parcelas que se encuentran entre el tramo que abarca desde el Portal de Salida del Túnel El Tejar, ubicado al sureste de Río Macho, hasta el Túnel Lajas, ubicado al sureste de Tejar del Guarco. Estas localidades se ubican en el corredor biológico COBRI SURAC.

**Cuadro.8.2.13.** Presencia de especies de flora silvestre con diferentes grados de amenaza en el AI del PVAAM.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Grado de Amenaza
Fabaceae papilionoideae	<i>Myroxylon balsamum</i>	Chirraca	Peligro de extinción
Meliaceae	<i>Cedrela tonduzii</i>	Cedro Dulce	Amenazada

**Fuente:** Elaboración propia, datos de muestreo forestal.

### 8.2.6.2. Especies de fauna silvestre terrestre

En términos generales en el AI del PVAAM se obtuvieron los resultados que se muestran en el Cuadro.8.2.14.

**Cuadro.8.2.14.** Distribución taxonómica de la riqueza de fauna silvestre terrestre según su estado de conservación de las poblaciones en el AI del PVAAM.2018.

Grupo Taxonómico	Riqueza			PE			A			E		
	AI	AP	AID	AI	AP	AID	AI	AP	AID	AI	AP	AID
Reptiles	27	13	21	1	1	1	3	2	2	1	1	1
Anfibios	26	11	25	0	0	0	4	1	4	3	1	3
Mamíferos	47	34	39	8	6	5	5	5	2	1	1	1
Aves	271	181	223	1	1	0	54	31	44	2	1	2

**PE:** Peligro de extinción.

**A:** Amenazada.

**E:** Endémica.

**Fuente:** Elaboración propia, datos de muestreo forestal.

- Reptiles y anfibios (herpetofauna)

- Reptiles

*Boa constrictor* presentó una condición de poblaciones silvestres en peligro de extinción. *C. clelia*, *I. iguana*, *N. lemurinus*, presentaron poblaciones silvestres amenazadas. *N. tropidolepys* presentó condición de endemismo.

- Anfibios

No hubo registro de especies con poblaciones silvestres en peligro de extinción. *B. robusta*, *C. gollmeri*, *C. podiciferus*, *H. fleischmanni* presentaron poblaciones silvestres amenazadas, mientras que *O. uniformis*, *Pristimantis caryophyllaceus* presentó poblaciones casi amenazadas. *B. pesrubra* presentó poblaciones silvestres vulnerables y *C. underwoodi*, *B. pesrubra* y *O. uniformis*, presentaron una condición de endemismo.

- Mamíferos (mastofauna)

Ocho especies, entre ellas *A. palliata*, *L. pardalis*, *L. tigrinus*, *P. concolor*, y *T. bairdii*, presentaron poblaciones silvestres en peligro de extinción. Además, 5 especies (*Cebus imitator*, *C. hoffmanni*, *G. vittata*, *L. longicaudis* y *P. tajacu*) presentaron poblaciones amenazadas. *Sylvilagus dicei* mostró una condición de poblaciones vulnerables y *O. heterodus* presentó una condición de endemismo.

- Aves (ornitofauna)

*C. platensis* presentó poblaciones silvestres en peligro de extinción. 54 especies presentaron poblaciones silvestres amenazadas (e.g. *B. platypterus*, *C. rubra*, *P. tricarunculatus*, y *T. costaricensis*) y 5 especies presentaron poblaciones silvestres casi amenazadas. También se encontró que *E. cupreiceps* y *P. caudatus*, mostraron una condición de endemismo.

### 8.2.7. Fragilidad de ecosistemas

A partir del análisis de la composición vegetal del entorno natural (cobertura) que podría ser impactado por el proyecto, tanto directa o indirectamente, se determinó la fragilidad de los tres ecosistemas señalados.

#### 8.2.7.1. Ecosistema natural

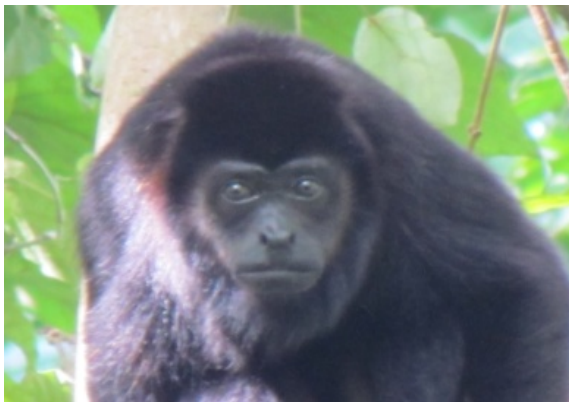
En el caso del ecosistema natural, donde predomina el bosque, se considera una fragilidad alta, debido a que las obras requieren operaciones de desmonte y limpieza, presentándose en algunos casos, la impermeabilización del suelo asociada con la construcción de obras permanentes; lo que provocaría una limitada recuperación de la cobertura original. Asimismo, algunas áreas y obras en este ecosistema se ubican en la ZPRNRS, adicionando otro criterio para determinar la fragilidad alta de dicho ecosistema.

La alteración del entorno boscoso como resultado de la presencia de las obras implicaría la afectación del componente fauna silvestre. Como resultado se acentúa la fragilidad del ecosistema natural, debido principalmente a que la estructura vegetal existente alberga una composición de especies de fauna silvestre con requerimientos ecológico específicos.

Entre las especies de fauna silvestre que reflejan una alta fragilidad de este ecosistema se mencionan la serpiente zopilota (*C. clelia*) que cumple una función de regulación de otras especies silvestres, una especie de lagartija con poblaciones endémicas (*N. tropidolepis*), una especie de rana de hojarasca con poblaciones endémicas (*C. underwoodi*), dos especies de monos (mono-*Alouatta palliata*, mono araña-*A. geoffroyi*) y dos especies de felinos silvestres (caucel-*L. tigrinus*, *L. wiedii*) todas señaladas como indicadores de calidad de hábitats y con poblaciones amenazadas.

Entre las especies de aves se mencionan el jilguero (*M. melanops*), la pava negra (*Chamaepetes unicolor*) y la pava crestada (*P. purpurascens*) como dispersores potenciales de especies que contribuyen a la regeneración de la cobertura vegetal.

En la Figura 8.2.5 se muestran algunas especies de fauna silvestre que señalan la fragilidad del ecosistema natural.



*Alouatta palliata*



*Myadestes melanops*

**Figura 8.2.5.** Especies de fauna silvestre terrestre cuya presencia señalan un grado de fragilidad en los diferentes ecosistemas naturales del AI del PVAAM. 2018.

#### 8.2.7.2. Ecosistema seminatural

En este ecosistema predomina la cobertura vegetal forestal solamente en dos obras, las cuales por el tipo de cobertura se clasificó como de fragilidad alta, ya que, por el tipo de obra, se requiere tanto de la remoción de la cobertura vegetal, como de la impermeabilización de los suelos.

Las obras ligadas a este ecosistema serían el Portal de Entrada del Túnel Lajas y la Estación de Válvulas Damas.

La alta fragilidad asociada a la cobertura vegetal forestal existente, como consecuencia de los efectos de las acciones del proyecto, además de interrumpir su capacidad intrínseca de recuperación, ocasionarían un deterioro en la estructura y composición de la fauna silvestre residente afectando la interacción biológica de la fauna silvestre especialista con la fauna silvestre de hábitos más generalistas.

Consecuentemente, cualquier simplificación de la estructura vegetal provocaría un eventual reemplazo de las especies más especialistas por más generalistas en respuesta a un deterioro de la calidad del hábitat.

Entre las especies de faunas silvestre con requerimientos específicos de hábitats (especialistas) se encuentran la lagartija (*N. capito*), la salamandra (*B. robusta*), la rana de hojarasca (*C. podiciferus*), el saíno (*P. tajacu*), la martilla (*P. flavus*), el pinzón cafetalero (*Melozone cabanisi*) y el colibrí culiazul (*Amazilia saucerrottei*).

### 8.2.7.3. Ecosistema cultural

En este ecosistema podemos encontrar tres condiciones de fragilidad, alta, media y baja como consecuencia de las diferentes obras y condiciones que se estarían presentando.

En fragilidad alta tenemos obras como el Portal de Salida del Túnel El Tejar, que, aunque la cobertura que predomina esta área es de herbazal (59% aproximadamente), la otra cobertura es la boscosa con un 41%, por lo que se considera de fragilidad alta.

Asimismo, las localidades donde estarán obras como Portal de Salida del Túnel Lajas, la Planta Potabilizadora, la Minicentral, son consideradas de una fragilidad alta debido a la presencia de áreas con cobertura boscosa que forman parte de la ZPCLC. La realización de estas obras, implicarían el desmonte y limpieza (corta de árboles) y la impermeabilización de los suelos, lo que causaría un impacto mayor y una recuperación de la cobertura vegetal nula en dichos sitios.

La afectación ocasionada por las obras sobre la frágil estructura vegetal de los bosques, manifestaría eventualmente un efecto negativo sobre la presencia de especies de fauna silvestre con requerimientos específicos de hábitats. La condición de vulnerabilidad que manifiestan las poblaciones silvestres de estas especies podría acentuarse principalmente en aquellas localidades que conforman la ZPCLC y que resguardan algunos remanentes de hábitats.

Algunas de las especies asociadas a estos hábitats son la lagartija (*N. lemurinus*), la ranita de vidrio (*H. fleischmanni*), la rana de hojarasca (*C. podiciferus*), el perezoso de dos dedos (*C. hoffmanni*), el conejo de monte (*S. dicei*), la lechuza café (*C. virgata*), el aguilillo negro (*S. tyrannus*), el búho de anteojos (*P. perspicillata*).

Para las obras con una fragilidad baja, se consideran obras asociadas a coberturas vegetales de herbazales arbolados (e.g. Escombrera Coris) y plantaciones forestales.

La eventual aplicación de medidas correctoras en estas áreas potenciaría la recuperación del terreno hacia una condición natural en un tiempo relativamente rápido.

Algunas obras que se encuentran en esta categoría serían: Instalaciones provisionales, Planta de Concreto, Sitio de acopio de materiales, Tubería entre Portal de Salida Túnel El Tejar y Portal de Entrada Túnel Lajas, Escombrera Guatuso, Tuberías de distribución, entre otras.

La baja fragilidad que mostrarían aquellas coberturas vegetales sometidas a una condición temporal de afectación no inhibiría la capacidad de las mismas para retornar a una condición similar a la de su estructura original.

Entre las especies que reúnen esas características están las lagartijas (e.g. *N. limifrons*, *S. malachiticus*), los sapos (*C. marinus*, *I. coccifer*), el armadillo (*D. novemcinctus*), el zorro pelón (*D. marsupialis*) y la ardilla (*S. variegatoides*).



### 8.3. Ambiente acuático (aguas continentales)

#### 8.3.1. Fauna acuática

Para caracterizar la fauna silvestre acuática del AP y AI del ecosistema acuático a lo largo del proyecto se ha establecido cuatro áreas diferentes caracterizadas por la actividad predominante del uso del suelo asociado a la actividad antropogénica de conservación o alteración de la cobertura arbórea original alrededor de los cuerpos de agua. Esta categorización responde a una interpretación de análisis del entorno del cuerpo definido por el uso antropogénico del entorno (bosque de ribera u área de protección del cuerpo de agua) predominante y su influencia en el cuerpo de agua. Dichas áreas se definen a continuación:

- Área Boscosa (AB): donde el entorno alrededor del cuerpo de agua e está definido por la conservación de la cobertura arbórea original.
- Área Agroindustrial (AI) donde el entorno alrededor del cuerpo de agua e está definido por la presencia de terrenos dedicados a labores agrícolas e industriales.
- Área Urbana (AU): donde el entorno alrededor del cuerpo de agua e está definido por la presencia de un amplio desarrollo de infraestructura urbana.
- Área Urbana Rural (AUR): donde el entorno alrededor del cuerpo de agua e está definido por el desarrollo alguna infraestructura urbana dentro del entorno rural.

Para realizar el diagnóstico de las especies de fauna y flora acuática presentes en el ecosistema acuático, se evaluaron puntos de muestreo en 46 cuerpos de agua principales, distribuidos dentro de las cuatro áreas anteriormente descritas (Cuadro.8.3.1) Dichos puntos fueron establecidos tomando en cuenta la posible afectación (directa e indirecta) dentro del AP o AI que podrían generar las obras a los cuerpos de agua.

**Cuadro.8.3.1.** Puntos de muestreo agrupados en 46 cuerpos de agua según el AI del PVAAM. 2018.

Nombre área	Cantidad cuerpos agua	Cantidad cuerpos agua (%)
Área boscosa (AB)	20	43%
Área Agroindustrial (AA)	9	20%
Área Urbana (AU)	9	20%
Área Urbana Rural (AUR)	8	17%
<b>Total 46</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2018).

En términos de establecer una línea base para determinar y valorar la presencia de fauna acuática en 46 cuerpos de agua (quebradas y ríos) durante la época seca y lluviosa del año 2017, dentro del área de estudio del proyecto y que esta presencia de bioindicadores acuáticos bentónicos (macro invertebrados, peces, moluscos y crustáceos) que permiten valorar la calidad Físicoquímica y Biológica de los diferentes cuerpos de agua, se utilizó la metodología estipulada en el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales en el Decreto 33903-MINAE-S(2007) en donde se clasifica la calidad de los cuerpos de agua de acuerdo a parámetros físicos y químicos (Índice de calidad Físicoquímica - Índice Holandés (IH)-, e Índice Biológico BMWP-CR -Biological Monitoring Working Party modificado para Costa Rica-) como clasificador biológico de los cuerpos de agua.

### 8.3.2. Distribución, riqueza y abundancia de la fauna acuática

En términos generales el total para la fauna acuática, registró la presencia de 8 especies de peces, 4 familias de crustáceos y 5 familias de moluscos en total 17 grupos taxonómicos diferentes. Respecto a la flora acuática se encontraron 5 especies diferentes de flora circunscritas a cuerpos de agua específicos asociadas a las 4 diferentes áreas definidas.

El área donde se registró el mayor número de especies fue el área agroindustrial con 15 (68%) debido a la presencia de 5 especies de flora acuática, mientras que las demás áreas resultaron similares con 11 especies (50%) (Cuadro.8.3.2).

**Cuadro.8.3.2.** Cuadro Resumen de la riqueza de fauna y flora acuática, número de individuos encontrados según el área en Distribución en el AI del PVAAM. 2018.

Organismos presentes	Nombre común	B	AA	AU	AUR	Total	% Dentro del grupo	% del total de organismos
<b>FAUNA ACUATICA</b>								
<b>PECES</b>								
<i>Rhamdia laticauda</i>	Barbudo	1	31	16	1	49	11,95	
<i>Poecilia guilli</i> ***	Olomina			127		127	30,97	
<i>Ochorhynchus mykiss</i>	Trucha	2				2	0,48	
<i>Gobiesox nudus</i>	Chupapiedras				2	2	0,48	
<i>Rivulus isthmensis</i>	Olomina		14			14	3,45	
<i>Brachyrhaphis olomina</i> ***	Olomina ***	3	129	72	4	208	50,73	
<i>Poecilia reticulata</i>	Gupi				4	4	0,97	
<i>Astyanax aeneus</i>	Sardina				4	4	0,97	
<b>TOTAL PECES</b>	8 géneros	6 (3)	174 (3)	215 (3)	15 (5)	410	100%	28,89%
<b>CRUSTACEOS</b>								
Isópoda **	chanchito	71	4			75	37,18	
Pseudohelminthidae **	cangrejo	26	1	2	8	37	20,07	
Hyalinellidae **	camarón	51	9	5	5	70	38,05	
Palaeomonidae **	langostino	3 1,79	1		3	7	4,70	
<b>TOTAL CRUSTACEOS</b>	4 familias	151 (4)	15 (4)	7 (2)	16 (3)	189	100%	13,33%
<b>MOLUSCOS</b>								
Planorbidae *	caracol	2			1	3	0,36	
Sphaeriidae *	almeja	3	16	3		22	2,68	
Thiaridae *	caracol			1		1	0,14	
Hydrobiidae *	caracol	1	94	150	1	246	30,00	
Physidae *	Caracol	4	270	267	7	548	66,82	
<b>TOTAL MOLUSCOS</b>	5 familias	10 (4)	380 (3)	421 (4)	9 (3)	820	100%	57,78%
<b>TOTAL FAUNA ACUATICA</b>	<b>17 Grupos</b>	<b>167</b>	<b>569</b>	<b>643</b>	<b>40</b>	<b>1419</b>		<b>100</b>
<b>FLORA ACUATICA</b>								
<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Cola de zorro acuática		X					
<i>Lemna Minnor</i>	Lenteja de agua		X					
<i>Eichhornia crassipes</i>	Gamalote		X	X				
<i>Drymaria cordata</i>	Nervillo		X					

Organismos presentes	Nombre común	B	AA	AU	AUR	Total	% Dentro del grupo	% del total de organismos
Cianobacterias	Algas verdeazuladas		X	X				
<b>TOTAL FLORA ACUATICA</b>	5 Especies		5	2				
<b>TOTAL ESPECIES</b>		<b>11</b> <b>50%</b>	<b>15</b> <b>68%</b>	<b>11</b> <b>50%</b>	<b>11</b> <b>50%</b>			

Notas: \* Moluscos indicadores de aguas de calidad regular a mal / \*\* Crustáceos indicadores de aguas de calidad buena a regular / \*\*\* Pez dulceacuícola común en Costa Rica, se alimenta de detrito, cieno y algas filamentosas.

Fuente: elaboración propia (2018).

### Área agroindustrial

El grupo con mayor porcentaje de abundancia corresponde a la Familia Physidae (Molusca) seguida por el molusco *Hidrobiidae* ambas especies indicadoras de la presencia de aguas de calidad regular a mala. Asimismo, la especie de pez *Brachyrhaphis olomina* y del pez *Rhamdia laticauda* (barbudo). Dichas especies de peces son de amplia distribución y radiación adaptativa a un sinnúmero de condiciones y parámetros ambientales y en particular aguas contaminadas con cargas orgánicas, habitan preferentemente en aguas cenagosas cargadas de detritos y algas filamentosas.

### Área boscosa

El grupo con mayor porcentaje de abundancia corresponde a la familia Isópoda (Molusca) seguida por la Familia Hyallellidae, ambas especies indicadoras de la presencia de aguas de calidad regular a buena. Así mismo destaca la presencia de la Familia Pseudohelminthidae (Crustáceo) igualmente indicadora de aguas de calidad regular a buena. En esta área además estar presentes especies de peces de amplia distribución como lo son *Brachyrhaphis olomina* y del pez *Rhamdia laticauda* (barbudo). Se encuentra presente las truchas especie exótica introducida en los sectores altos de Orosi (más de 1500 msnm).

### Área urbano rural

El grupo con mayor porcentaje de abundancia corresponde a la Familia Pseudohelminthidae (Molusca) seguida por la Familia Hyallellidae, ambas especies indicadoras de la presencia de aguas de calidad regular a buena. Sin embargo, también se denota la influencia de la descarga de aguas grises por parte del sector urbano con la presencia de la Familia Physidae (Molusca) seguida por el molusco *Hidrobiidae* ambas especies indicadoras de la presencia de aguas de calidad regular a mala. Destaca así mismo la presencia de 5 de las 8 especies de peces presentes en el AI del PVAAM, dos de ellas presentes en aguas rápidas y de buena calidad (*Astianax aeneus* sardina, *Gobiesux nudus* chupapiedras) y el resto de amplia distribución o que evidencia el traslape de aguas de muy buena calidad con aguas con cargas orgánicas procedentes de la presencia urbana en el medio rural.

### Área urbana

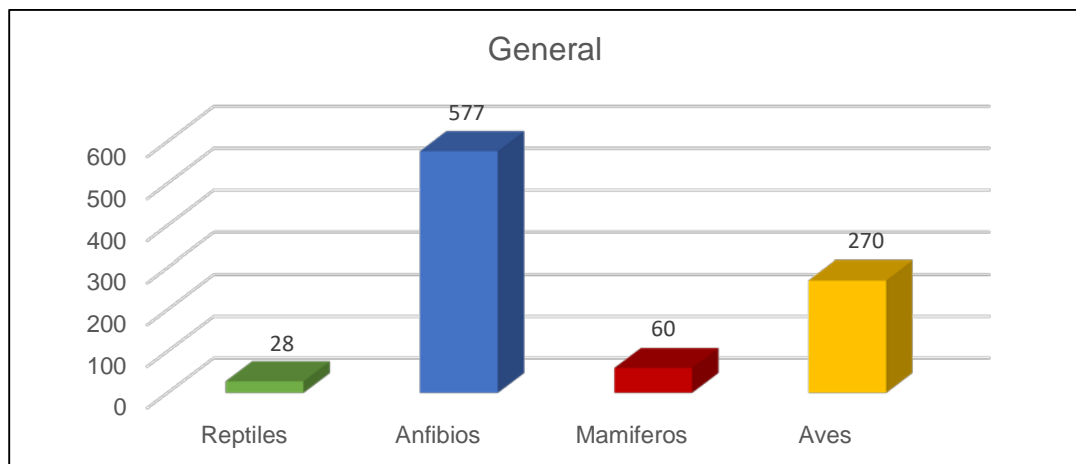
Similar al área Agroindustrial, el grupo con mayor porcentaje de abundancia corresponde a la Familia Physidae (Molusca) seguida por el molusco *Hidrobiidae* ambas especies indicadoras de la presencia de aguas de calidad regular a mala. Así mismo, las especies de pez (olominas) *Poecilia guilli* y *Brachyrhaphis olomina* y *Rhamdia laticauda* (barbudo).

Dichas especies de peces son de amplia distribución y radiación adaptativa a un sinnúmero de condiciones y parámetros ambientales y en particular aguas contaminadas con cargas orgánicas, habitan preferentemente en aguas cenagosas cargadas de detritos y algas filamentosas.

### 8.3.3. Distribución y riqueza y abundancia de fauna silvestre terrestre asociada al bosque de ribera

Se evaluaron 4 tramos principales, en los que se determinó con mayor representatividad la presencia del bosque de ribera asociado a cuerpos de agua. Dentro de ellos se establecieron los sitios de muestreo (Figura 8.3.1). Dichos tramos son:

- Sector Calle Sánchez, (Orosi de Cartago).
- Sector Túnel El Llano –Túnel Tejar (Cartago).
- Sector Tubería Túnel Lajas–Planta de tratamiento (Coris de Cartago).
- Sector de Navarro (Orosi Cartago).



**Figura 8.3.1.** Distribución de la abundancia de fauna silvestre terrestre asociada al bosque de ribera del AI del PVAAM. 2018.

#### Anfibios

Del total de 577 anfibios colectados, la especie más abundante de anfibio fue *D. diastema* (rana martillo), ranita arborícola pequeña asociada a vegetación epífita dentro del bosque con 536 (92.89%) individuos, seguida por *L. vaillanti* con 11(1.90) y *S. phaeota* con 7(1.21 %), las otras 6 especies se presentan con pocos individuos menos de 7.

#### Aves

Del total de 270 aves colectadas, la especie más abundante de ave fue la oropéndola *P. montezuma* con 92 (34%) y la urraca parda *P. morio* 57 (21%). Estas especies al parecer son muy tolerantes a la modificación de sus hábitats (BIRDLIFE INTERNATIONAL. (2016a, b)).



## Mamíferos

Del total de 60 mamíferos colectados, la especie más abundante fue el zorro pelón (*D. marsupiales*) con 28 (46.66%) y el armadillo 57 (21%) *D. novemcintus*, y en menor cantidad el murciélago *A. jamaicensis* 6 (10%). Estas especies al parecer bastante comunes en áreas de bosque ribereño cercano a plantaciones de piña o ciprés.

## Reptiles

Del total de 28 reptiles colectados, las especies más abundante fueron lagartijas del genero *Norops* con amplia distribución en varias zonas del país, *N. humilis* 12 (42.85%), *N. limifroms* 9 (32.14%) y *N. lemurinus* (14.28 %).

### 8.3.4. Flora silvestre acuática

Respecto a la presencia de flora acuática, se encontraron 5 especies de flora acuática exóticas en los cuerpos de agua muestreados en las cuatro áreas del proyecto. De 46 cuerpos de agua, únicamente tres cuerpos de agua en el área Agroindustrial (17 Quebrada Guatuso, 18 Quebrada Guayabal y 21 Río Purines) y dos cuerpos de agua en el área Urbana (35 Río Damas Bomberos) y (34 Río Damas quinta) tuvieron la presencia de flora acuática. Siendo el Área agroindustrial la de mayor diversidad con 5 especies presentes (100%) seguida por el Área urbana con 2 especies presentes Todas las especies presentes:

- *Myriophyllum aquaticum* (Cola de zorro, acuática)
- *Lemnam minnor* (Lenteja de agua)
- *Eichhornia crassipes* (Gamalote)
- *Drymaria cordata* (Nervillo)
- *Cianobacterias* (Algas verdeazuladas)

Están asociadas a aguas con altos contenidos de cargas orgánicas producto de las descargas de aguas residuales de áreas de cultivos presentes en la zona y plantas de procesamiento, así mismo la presencia de las descargas de aguas residuales y aguas grises de las viviendas en el sector urbano.

### 8.3.5. Caracterización del ecosistema ripario

Para caracterizar el ecosistema ripario del PVAAM, se mapeó y caracterizó las coberturas vegetales en zonas aledañas a los ecosistemas acuáticos, definidas conforme lo establece el Artículo 33 de Ley Forestal 7575, considerando un ancho perpendicular a los cauces de 10 metros en zona urbana y 15 metros en zona rural cuando las pendientes son menores a 40%, y de 50 metros en forma perpendicular a los cauces de ríos y quebradas que son atravesados por la obra, para terrenos con pendientes mayor a 40%.

La caracterización también incorporó el uso de dos índices para determinar la calidad biológica (BMWP-CR) y fisicoquímica (IH) del agua, así como un tercer índice para calificar la calidad del bosque de ribera (QBR) en los 46 cuerpos de agua principales a lo largo del AI del proyecto.

### 8.3.5.1. Caracterización según la distribución de la cobertura vegetal

Al caracterizar las zonas aledañas a los ecosistemas acuáticos relacionados con el AP, se obtuvieron los datos de las coberturas vegetales específicas asociadas a los pasos de 46 ríos y quebradas (Cuadro.8.3.3) en tanto que las áreas calculadas para el AID incorporan un número mayor de ríos y quebradas, los cuáles no tienen una interacción directa con el proyecto.

Las caracterizaciones de estas áreas de coberturas ubicadas en los bordes de áreas de protección se complementaron con la calificación del QBR, MUNNÉ et al. (1998).

**Cuadro.8.3.3.** Distribución de coberturas en AP y AID de las áreas de PVAAM. 2018.

Cobertura	AP (ha)	Porcentaje	AID (ha)	Porcentaje
Bosque	9,2	7%	107,3	7%
Cultivo Agrícola	0,5	0%	12,8	1%
Frutal	0,0	0%	1,2	0%
Herbazal	3,2	2%	33,7	2%
Herbazal Arbolado	3,9	3%	39,1	2%
Matorral	0,5	0%	3,4	0%
Matorral Arbolado	2,7	2%	17,1	1%
Plantación de Café	1,8	1%	13,5	1%
Plantación Forestal	2,9	2%	9,9	1%
Otras (No Vegetal)	2,8	2%	48,8	3%
<b>Subtotal coberturas</b>	<b>27,5</b>	<b>20%</b>	<b>286,80</b>	<b>18%</b>
Coberturas fuera de áreas protección	108,0	80%	1340,0	82%
<b>TOTAL</b>	<b>135,5</b>	<b>100%</b>	<b>1626,8</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2018).

Se considera como un índice de calidad buena en aquellos sitios donde el porcentaje de cobertura vegetal es alto, así como la conexión o continuidad del bosque. De igual manera se contabiliza la cantidad de especies nativas presente en las márgenes de cada cuerpo de agua, también la cobertura vegetal que forma una especie de túnel en el cauce del río o quebrada. Como última consideración, se observa la construcción de infraestructura dentro y fuera del cauce del cuerpo de agua.

En tres de las quebradas donde se aplicó el QBR, se obtuvo una calificación de muy bueno, lo cual representa el 6,5% de los sitios muestreado. Hay siete sitios en estado bueno, representando el 15,2% de los sitios muestreados, cuatro en estado moderado y deficiente, con un 8,7% cada uno de los sitios muestreados y por último 28 en un estado malo, con un 60,9% de los sitios muestreados.

### 8.3.5.2. Caracterización según Índices de calidad

En resumen, considerando la calificación de cuerpos de agua del ecosistema acuático, a partir de los tres índices, se tienen los siguientes resultados para la caracterización de las cuatro áreas o sectores en que se dividió el AP del proyecto (Cuadro.8.3.4).

**Cuadro.8.3.4.** Resumen de los valores promedio de caracterización de cuerpos de agua presentes en AP, para los índices BMWP-CR, IH y QBR. PVAAM. 2018.

Área	BMWP-CR	IH	QBR
Área Boscosa (AB)	94,2	4,8	62,6
Área Agroindustrial (AAI)	61,4	6,5	3,3
Área Urbana (AU)	44,8	7	7,2
Área Urbano Rural (AUR)	104	4,1	15

**Fuente:** Elaboración propia (2017).

La calificación otorgada, permite señalar que, en el Área Boscosa (AB), se obtuvo en promedio un valor del índice BMWP-CR de 94,2 (calidad regular), IH de 4.8 (contaminación incipiente) y QBR de 62.6 (Calidad Moderada).

Por su parte, en el Área Agroindustrial (AAI) se obtuvo en promedio un valor de BMWP de 61.4 (calidad regular), un IH de 6.5 (contaminación moderada) y un QBR de 3.3 (Calidad Mala).

En el Área Urbana (AU) se obtuvo en promedio un valor de BMWP-CR de 44.8 (calidad Mala), un IH de 7 (contaminación moderada) y un QBR de 7.2 (Calidad Mala).

Finalmente, en el Área Urbano Rural (AUR) se obtuvo en promedio un valor de BMWP-CR de 104 (calidad Buena), un IH de 4.1 (contaminación incipiente) y un QBR de 15 (Calidad Mala).

### 8.3.6. Especies indicadoras

En este apartado se hace referencia a las especies de mayor abundancia registrada en los cuerpos de agua muestreados en AP, para los grupos de peces, crustáceos y moluscos. Asimismo, se presenta las especies de fauna asociadas al ecosistema acuático y flora, referida al bosque de ribera.

#### 8.3.6.1. Especies de fauna silvestre terrestre asociadas al ecosistema acuático

Con base en el monitoreo de fauna terrestre relacionado con el ecosistema acuático, se presentan las especies de reptiles, anfibios, mamíferos y aves indicadoras de este ecosistema. Del total de especies indicadoras, solamente la lagartija (*N. lemurinus*) presentó poblaciones silvestres amenazadas (Cuadro.8.3.5).

**Cuadro.8.3.5.** Especies de fauna terrestre indicadoras del ecosistema bosque de ribera asociado al AI del PVAAM. 2018.

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común
Reptiles	Polychrotidae	<i>Norops limifrons</i>	Lagartija
		<i>Norops lemurinus</i>	Lagartija
		<i>Norops humilis</i>	Lagartija
Anfibios	Eleutherodactylidae	<i>Diasporus diastema</i>	Ranita martillo
Mamíferos	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo
	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro pelón
Aves	Icteridae	<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola
	Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	Urraca parda

**Fuente:** Elaboración propia (2018).

### 8.3.6.2. Especies de fauna y flora silvestre acuática

#### Peces

La especie de pez más abundante a lo largo del proyecto fueron las olominas (*Brachyrhaphis olomina* y *Poecilia guilli*) seguidas por el barbudo (*Rhamdia laticauda*). Estas especies de peces son de amplia distribución en nuestro país y debido a su alta tolerancia a factores fisicoquímicos son exitosas e indicadoras de cuerpos de agua que han sufrido contaminación por actividad antropogénica principalmente en las áreas Agroindustrial y Urbana. Es un resultado similar a lo reportado en el ESI del Proyecto Geotérmico Borinquén MOLINA (2013).

#### Crustáceos

En el AP del proyecto se presentan las Familias de crustáceos componentes de la fauna de macroinvertebrados bentónicos: Isópoda, *Pseudothelpusidae* y Hyallellidae. A pesar de su amplia distribución en todas las áreas del proyecto, son familias indicadoras y exitosas dentro de cuerpos de agua de regular a buena calidad con poca contaminación, localizados en el área boscosa

#### Moluscos

Se presentan las familias de moluscos componentes de la fauna de macro invertebrados bentónicos: *Hydrobiidae* y *Physidae*, las cuales, a pesar de su amplia distribución en todas las áreas del proyecto, son familias indicadoras y exitosas dentro de cuerpos de agua de regular a buena calidad con poca contaminación, localizados en el área boscosa.

#### Flora silvestre acuática

En el AP del proyecto se registró la presencia de Familias de flora acuática, tales como cola de zorro (*Myriophyllum aquaticum*), lenteja acuática (*Lemna minnor*), gamalote (*Eichornia crassipes*), nervillo (*Drymaria cordata*).

También se registró presencia de algas verdeazuladas (Cyanophyta) que en su mayoría son exóticas e introducidas. Estas últimas, son indicadoras de cuerpos de agua con altas cargas de agroquímicos y sustancias orgánicas producto de la descarga de aguas de procesos agroindustriales de la actividad urbana. Su distribución en el proyecto fue únicamente dentro de cuerpos de agua del área agroindustrial y urbana contaminados.

### 8.3.6.3. Especies endémicas, con poblaciones reducidas o en vías de extinción

No se detectaron especies de fauna y flora acuáticas reportadas por CITES o UICN como amenazadas o en peligro de extinción en toda el AI del proyecto.

De todas las especies de fauna acuática (peces, crustáceos y moluscos) encontradas durante el monitoreo en todos los cuerpos de agua del AI del proyecto, solamente la especie de olomina (*B. olomina*) es una especie endémica para Costa Rica, común en la Vertiente Pacífica de Costa Rica y en la Vertiente Atlántica se conoce en pocos sitios como los ríos Reventazón y Parismina BUSSING. (2002).

Respecto a la flora asociada al ecosistema acuático, se detectó el cedro dulce (*C. tonduzii*) el cual presenta una condición de especie amenazada.



### 8.3.7. Fragilidad del ambiente acuático continental

Para definir la fragilidad del ecosistema acuático se consideró los resultados descritos en el diagnóstico generado a partir de la aplicación de los Índices de Calidad del Agua (Índice de Calidad biológica BMWP-CR) y Índice de Calidad Fisicoquímica-Índice Holandés (IH) así como el Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR), al aplicarlos en las 4 áreas o bloques del proyecto definidas, tales como Área Boscosa, Urbano Rural, Agroindustrial y Urbana, tanto para el AP como AID (Cuadro.8.3.6).

**Cuadro.8.3.6.** Resultado general de la caracterización según índices de calidad para los cuerpos de agua (ecosistema acuático) del AI del PVAAM. 2018.

Área	Índice QBR		Índice IH		Índice BMWP-CR	
	Valor	Calificación	Valor	Calificación	Valor	Calificación
AB	62,6	Moderado	4,8	Contaminación incipiente	94,2	Regular
AA	3,3	Malo	6,5	Contaminación moderada	61,4	Regular
AU	7,2	Malo	7	Contaminación moderada	44,8	Mala
AUR	15	Malo	15	Malo	104	Buena

**Fuente:** Elaboración propia (2017).

#### 8.3.7.1. Área Boscosa (AB) y Área Urbano Rural (AUR)

La alteración de fragmentos del bosque de ribera, así como el cuerpo de agua producto de la construcción de las obras del proyecto, implicaría la afectación temporal del componente fauna silvestre acuática.

Como resultado, se acentúa la fragilidad del bosque de ribera, principalmente en el Área Boscosa y Área Urbana Rural (calidad biológica del agua regular y buena con calidad fisicoquímica con contaminación incipiente y calidad del bosque de ribera de moderado a malo), principalmente, debido a que en esta área el ecosistema acuático goza de una dinámica compleja alterada y regulada a través de los procesos naturales (precipitación y aumento de caudal, aumento de temporal de carga de sedimentos naturales), dinámica para la cual los cuerpos de agua cuentan con sistemas de autodepuración, estableciendo periodos y ciclos de adaptación en algunas familias particulares de macroinvertebrados (crustáceos: *Isópoda*, *Pseudothelphusidae*, *Hyallellidae*), las cuáles son exitosas en ecosistemas acuáticos libres de la afectación del impacto humano.

#### 8.3.7.2. Área Agroindustrial (AA) y Área Urbana (AU)

Estas áreas están caracterizadas por poseer un ecosistema acuático modificado según las necesidades socioculturales (alteración y canalización de cauces, descarga de aguas residuales y basura a los mismos), así como la alteración de los pocos fragmentos del bosque de ribera que en algunos casos es inexistente (calidad biológica del agua regular a mala con calidad fisicoquímica con contaminación moderada y calidad del bosque de ribera mala ha dado como resultado el establecimiento de especies de fauna acuática de tipo generalista adaptada a las condiciones de modificación y contaminación generadas por las actividades humanas, generando un proceso de desplazamiento de algunas pocas especies de fauna acuática más especializada.

Es así que el cuerpo de agua al ser afectado por la construcción de las obras del proyecto, implicaría un aumento en la presión y afectación de algunas de estas especies; pudiendo llevarlas a su reducción o desaparición temporal o permanente siendo sustituidas por las especies de hábitos generalistas.

En relación con lo anterior, las familias de crustáceos ya mencionadas, tales como *Isópoda*, *Pseudothelpusidae* y *Hyallelidae*, propias de aguas con poca afectación humana, muestran en estas áreas una alta fragilidad y vulnerabilidad.

## 9. Descripción del Ambiente Socioeconómico

### 9.1. Uso actual de la tierra en sitios aledaños

Para caracterizar el área neta de proyecto (135 ha) según los usos de la tierra, es decir, describir, a partir de los beneficios que las poblaciones les dan a las coberturas (naturales o artificiales) por superficie, se dividió el área total en dos sectores, según criterio inicial de coberturas vegetales.

Bajo esa disposición se establecen el sector primero que comprende el área de proyecto que hospeda las obras desde Río Macho (Orosi de Paraíso) hasta Guatuso de San Isidro de El Guarco; mientras tanto, en el segundo sector, área donde se hospedan las obras desde San Isidro de El Guarco hasta los distritos de la provincia de San José.

Asimismo, se establece una tipología de usos: a) uso de conservación, b) uso agrícola, c) uso pecuario, d) uso infraestructural e) cuerpos de agua (decisiones en el apartado 9.1 del documento general).

En el Cuadro.9.1.1, se presenta una distribución, por hectárea, de los usos de la tierra, según la sectorización definida.

**Cuadro.9.1.1.** Área de proyecto: Distribución absoluta de los usos de la tierra por sector

Sector	Uso actual de la tierra en hectáreas					
	Conservación	Agrícola	Pecuario	Infraestructura	Cuerpos de agua	Total
Río Macho-San Isidro	23,18	18,87	12,85	5,9	0,3	61,1
San Isidro-San José	9,48	7,78	39,51	17,3	0,3	74,37
<b>Total</b>	<b>32,66</b>	<b>26,65</b>	<b>52,36</b>	<b>23,2</b>	<b>0,6</b>	<b>135,47</b>

En primera instancia, en términos generales del Área de Proyecto, en los rubros totales, los usos de mayor frecuencia por hectárea, son los de tipo pecuario y conservación con 85,02 ha (64% del total), mientras que los usos agrícolas e infraestructurales tienen un peso menor con 49,85 ha, alcanzando porcentualmente un 35,5% del total del área.

En el sector Río Macho-San Isidro, con un área absoluta de 61,1 Ha, se observa un predominio del uso de la tierra de conservación, con 38% y las actividades agrícolas 31% de los registros. Mientras que las actividades pecuarias ocupan el 21 % de las observaciones y la infraestructura un 9%. El porcentaje en cuerpos de agua es igual a 0,5%.

En el sector 2, San Isidro-San José, de 74,37 Ha, el uso preponderante es el pecuario con un 52,36% de los registros (39,5 ha), mientras que el segundo uso en importancia de superficie, es el infraestructural con el 23,3% de los datos. Finalmente, los usos agrícolas y de conservación, no superan el 10% de los registros.

En síntesis, en el tema del uso de la tierra, se está en presencia de dos escenarios, porcentualmente definidos. En el sector de Río Macho a San Isidro, usos de conservación (según datos obtenidos para el componente económico) sin presencia de Pago por Servicios

Ambientales (PSA). Asimismo, los rasgos de uso agrícolas, con mayor preponderancia en el cultivo de café.

En el otro sector, San Isidro- San José, los escenarios de uso están vinculados a los usos pecuarios, aunque la presencia de hatos es ínfima de acuerdo al área destinada a la actividad y los usos infraestructurales como zonas habitacionales, industriales, y vías de comunicación.

## **9.2. Tenencia de la tierra en sitios aledaños**

El patrón de asentamiento en el área de influencia, se caracteriza por una mayor presencia de rasgos urbanos de densidades medias, Patarrá, Damas, San Antonio, Curridabat, Tlrrases y densidades bajas, San Isidro, El Tejar, Quebradilla, Guadalupe en 10 de sus distritos. En 3 distritos, son urbanos de densidad alta, San Miguel, Los Guido y San Rafael, mientras que, en 3 distritos, Orosi, Dulcenombre y Aguacaliente, el patrón es rural de densidad baja.

Navarro El Muñeco y Navarro Arriba, de Dulcenombre y Aguacaliente, son los tradicionales exponentes de las zonas rurales con baja densidad, poca concentración asociado a servicios públicos limitados, mientras que las comunidades de San Isidro de El Guarco y Orosi, pese a tener una muestra rural de población, su mayor parte es urbana concentrada de baja densidad. El Tejar y Guadalupe, presentan patrones urbanos de densidades medias, incluyendo sus zonas comerciales e industriales.

En las comunidades de Coris y Bermejo, ambas del distrito de Quebradilla, se presenta un escenario de densidades más bajas, y zonas rurales concentradas.

Por su parte, las zonas desde Patarrá hacia los dos extremos de la distribución norte (hasta Hacienda Vieja) y sur (hacia San Rafael Arriba), presentan patrones de asentamiento urbano de densidades medias y altas.

Para determinar la estructura modal de la tenencia de la tierra en la actualidad, para los sitios donde se establecerían obras del proyecto, se utiliza la “Matriz de Información de Zonas Homogéneas, es decir, las características de cada lote y/o finca tipo de la zona homogénea y el valor base establecidos en cada una de las diferentes zonas homogéneas de un cantón o distrito, de tal manera que aplicando el Método de Valoración Comparativo a cada lote y/o finca particular se obtenga el valor ajustado, siguiendo los lineamientos establecidos por el Oficina Normalización Técnica (ONT) del Ministerio de Hacienda.

De acuerdo a este método, se identificaron 4 clases (ordenadas de mayor a menor superficie) de zonas homogéneas de terrenos en las áreas requeridas para las obras del proyecto. En estas zonas se prevé un cambio en la tenencia de la tierra.

La primera clase, en zona Alto Cedral-Catarata con valores modales de 100 000 m<sup>2</sup>. Segunda clase, las zonas Troya-Río Macho-La Alegría, Purisil y Residencial Los Alpes con valores de los 55 000 m<sup>2</sup> a 30 000 m<sup>2</sup>. Tercera clase, las zonas Caracol-Valle de Coris, Río Purires-Sakata y Guatuso, con valores entre los 23 000 m<sup>2</sup> y los 20 000 m<sup>2</sup>. Finalmente, la cuarta clase, donde se incluyen las zonas Alto mesas-Quebrada Honda, Residencial Suecia, Escuela Ortuño y Don Bosco, con valores entre los 13 000 m<sup>2</sup> y los 7 000 m<sup>2</sup>.

En gran parte del proyecto, por ser obra en las vías públicas no requieren un cambio mayor en la tenencia de la tierra.



### 9.3. Características de la población

#### 9.3.1. Introducción

En este apartado se caracteriza la población del área de influencia del proyecto, de acuerdo a la composición demográfica, los principales aspectos culturales (que incluyen las formas de organizaciones presentes), y los aspectos de carácter económico de mayor relevancia.

Para realizar los análisis de las características demográficas y económicas de la población se utiliza el modelo de división territorial mínima que actualmente en el país utiliza el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC, 2016), para la realización de los censos nacionales y encuestas de hogares, las unidades geoestadísticas mínimas (UGM).

Las Unidades Geoestadísticas Mínimas (UGM), *“...en términos sencillos, son la representación de la realidad en su menor expresión territorial, siendo todas aquellas cuadras, o bien superficies regulares o irregulares, que se pueden recorrer de forma parcial (al bordearlas por la existencia de un río) o total en el campo”*.

Con mayor precisión, el INEC (2011b) definió a las UGM como la *“división territorial mínima del país, desarrollada exclusivamente para fines estadísticos, tiene forma poligonal de superficie variable y equivale a lo que comúnmente llamamos manzanas o cuadras. Está constituida por un grupo de viviendas, edificios, predios, lotes o terrenos”*, (Fallas, 2013).

Por tanto, cuando se establece la división por distrito del área de influencia del proyecto (UGM/Distrito), debe entenderse que el dato representa la realidad estadística del conjunto de UGM de cada distrito únicamente, no de su totalidad geográfica.

Para la recolección de los datos culturales y de organización, se realizaron labores de tipo cualitativo que incluyeron reuniones y entrevistas con actores clave de las comunidades incluidas.

Asimismo, de acuerdo a la Política Nacional de Igualdad y Equidad de Género de Costa Rica que reza: *“...la participación paritaria de las mujeres y hombres en los procesos de toma de decisiones y en el desempeño de las funciones de planificación, técnicas y administrativas, tanto en el ámbito público como en el privado, constituye una aspiración básica del desarrollo humano sostenible que contribuye al fortalecimiento de la democracia”*, (INAMU, 2007); se incorporaron datos, según disponibilidad, para visibilizar la presencia de poblaciones masculinas y femeninas, dentro del análisis.

Para tener en cuenta estos aspectos se identificaron los siguientes objetivos, que son incorporados de forma trasversal en los capítulos:

- a) Análisis de contexto mediante la recopilación de datos por sexo (desagregados).
- b) Análisis de la situación de hombres y mujeres (problemas, necesidades, limitaciones, oportunidades) en el contexto del proyecto.

#### 9.3.2. Aspectos demográficos

Por población se entiende un conjunto de individuos, constituido de forma estable, ligado por vínculos de reproducción e identificado por características territoriales, políticas, jurídicas, étnicas o religiosas (INEC, 2016).

En esta sección el interés es la población estadística del conjunto de UGM definidas como AID, según la dimensión es el número de personas que residen en él. Así como la estructura de la población es la clasificación de sus habitantes según variables: edad, sexo, lugar de nacimiento.

La población total del área de influencia directa (AID) representa unas 50 060 personas (INEC, 2011). En el Cuadro.9.3.1 se encuentra la distribución por UGM/ distrito. En este caso, en las agrupaciones de UGM por distrito, con mayor cantidad poblacional, son las de San Miguel y Patarrá, ambas superando las 8000 personas. Mientras que San Rafael Arriba de Desamparados y Orosi de Paraíso, superan las 6000 personas.

**Cuadro.9.3.1.** Área de Influencia Directa: Distribución absoluta de la población total por UGM y distrito, 2011.

<b>UGM/ Distrito</b>	<b>Total de personas</b>
San Miguel	10 255
San Rafael Arriba	6 498
San Antonio	1 829
Patarrá	8 716
Damas	4 197
Los Guido	1 635
Curridabat	762
Tirrases	4 935
Agua Caliente/San Francisco	100
Guadalupe/Arenilla	152
Dulce Nombre	41
Quebradilla	1 044
Orosi	6 306
El Tejar	2 058
San Isidro	1 532
<b>Total</b>	<b>50 060</b>

**Fuente:** Elaboración propia, según datos de Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2011.

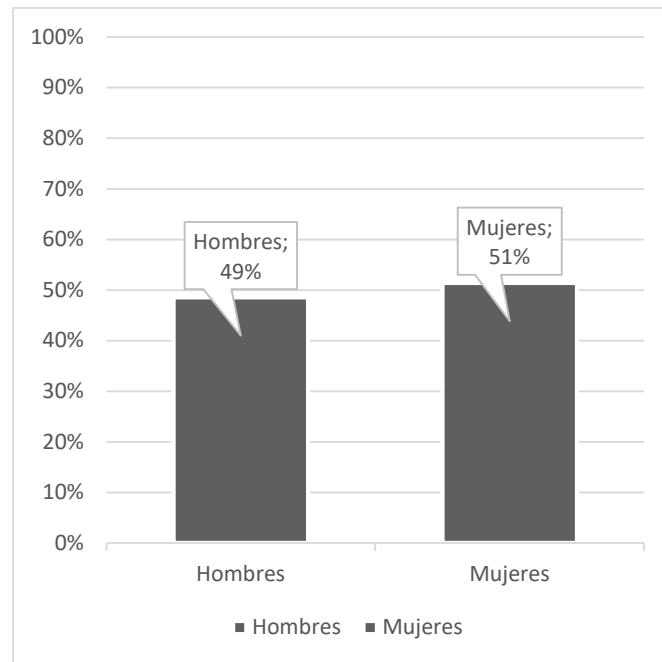
En términos de composición etaria, es decir, la constitución de las poblaciones del AID según la edad, se muestra en la en números relativos, donde se observa que la cantidad mayor de personas en el rango de edad de los 18 a los 39 años, acercándose al 40% de los registros. Los otros grupos etarios, de 5 a 17 años y 40 a 59 años, tienen porcentajes superiores al 20%. Mientras que los grupos de edades de los 0 a 4 años y 60 y más, no superan el 10% de los hallazgos.

En cuanto a la distribución de la población del AID, según la relación hombre/mujer, en términos porcentuales, se observa, en la Figura 9.3.1 una distribución con mayor peso relativo de la población femenina con un 51% de los casos.

Otros datos demográficos a tener en cuenta, son 1) el crecimiento de la población según distrito y 2) la distribución de la población residente según origen para determinar cómo se ha comportado estadísticamente hablando, los procesos migratorios.

En cuanto al crecimiento, de acuerdo a las proyecciones de población de INEC para el periodo 2020-2025, los distritos que presentan un mayor crecimiento poblacional son Los Guido, Tirrases y Patarrá. Según los datos, estos distritos aumentarían entre el 7% y 5,7%, mientras

que el distrito de Curridabat decrecería en ese mismo periodo, un 0,3% de la población de año base.



**Figura 9.3.1.** Área de Influencia Directa: Distribución relativa de la población total por sexo.

En cuanto al tema de composición de la población de acuerdo a procesos migratorios internos y externos, se dividió el AI según provincia y distrito. Se dividieron según sitio de proveniencia, en a) Personas que nacieron en el mismo cantón donde viven actualmente, b) personas que nacieron en otro cantón diferente a donde viven actualmente, c) personas que nacieron en otro país.

De acuerdo al agrupamiento de clases según las personas que nacieron en el mismo cantón donde viven actualmente, se establecieron 5 grupos. El distrito con menor presencia de personas que nacieron en el mismo cantón donde viven actualmente, es Curridabat, que en términos relativos alcanza un 35% de los registros. Un segundo grupo o clase, lo conforman las UGM distritales de Tirrases, Los Guido y Dulce Nombre, alcanza entre el 43% y 49% de los registros. El tercer grupo, formado por 9 distritos, cuyos porcentajes alcanzan el rango entre el 52% y 59% de las personas que nacieron en el mismo cantón donde viven actualmente.

Los últimos grupos, la quinta y sexta clase, son los distritos cuya mayor cantidad de personas nacieron donde residen actualmente. En los distritos de Aguacaliente y San Isidro de El Guarco, los datos oscilan entre el 71% y el 74% de las personas. Finalmente, Orosi y Quebradilla, con 87% de la población, son los distritos donde la mayor cantidad de las personas que nacieron en el mismo cantón viven actualmente en ellos.

Finalmente, la distribución de la población de acuerdo a la unidad "hogar". Para Candane (2007), por hogar censal, se entiende, a una persona o grupo de personas, parientes o no, que viven (duermen) en una misma vivienda y comparten, generalmente, sus comidas. Agregar a la definición la identificación para cada grupo de personas de una jefatura de hogar. Para el área de influencia directa, se encontraron 13 171 hogares, de los cuales el 94% la jefatura recae en uno de sus miembros, mientras en el 6% de los casos, la jefatura se comparte.

De los hogares son jefatura de un miembro, el 68% recae en población masculina, mientras que el 32% en población femenina.

### **9.3.3. Aspectos culturales y sociales**

#### **9.3.3.1. Aspectos culturales**

El AE albergó en su parte intermedia a varios cacicazgos de la etnia Huetar, entre los que han destacado en diversas crónicas: Curriravá (posteriormente derivó el nombre del actual poblado de Curridabat), Aserrí. Los anteriores formaron parte de Dos Grandes señoríos a saber: el de Garabito o Reino Huetar de Occidente, y, el de El Guarco o Reino Huetar de Oriente.

Resalta en el área del proyecto, el legado colonial del cultivo de café en el Valle Central, adquiriendo una rápida expansión a zonas periféricas, que marca el desarrollo socioeconómico del prototipo institucional costarricense y de los patrones de asentamientos humanos, costumbres y tradiciones que se mantienen hasta nuestros días.

En términos generales, la cultura de los pobladores del AE está determinada por una herencia pluricultural, arraigada en las tradiciones culinarias, festividades religiosas y cívicas, el folclor popular y la artesanía.

Es particular encontrar desde el Noroeste al Valle Central comunes denominadores como la presencia de corridas y monta de toros, las carreras de cinta, topes y cabalgatas en los turnos, la presencia de mascaradas al ritmo de cimarrona, las celebraciones a los santos patronos de cada parroquia, entre otras expresiones; siendo que en todas éstas se refleja en una dinámica social cuya entidad es producto de un legado multiétnico.

#### **9.3.3.2. Breve caracterización de las organizaciones con incidencia en la zona**

En cuanto a la identificación de las organizaciones en el área de influencia, para el estudio del proyecto Ampliación Acueducto Metropolitano (PAAM), se identificaron las organizaciones presentes en el área de influencia con incidencia local, en las siguientes categorías:

- a)** 15 Asociaciones de Desarrollo Integrales o Específicas (ADI o ADE)
- b)** 12 Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADAS)
- c)** 8 Organizaciones de relevancia territorial (ORT)
- d)** 34 comités, juntas y otras organizaciones
- e)** 5 Municipalidades
- f)** 14 Empresas
- g)** 4 Instituciones

En primera instancia las principales organizaciones de desarrollo local identificadas son las siguientes: a) Asociación de Desarrollo Integral de Orosi Paraíso de Cartago, b) Asociación de Desarrollo Integral de Río Macho de Orosi de Cartago, c) Asociación de Desarrollo Integral de San Isidro de El Guarco de Cartago, d) Asociación de Desarrollo Integral de Coris de Guadalupe, e) Asociación de Desarrollo Integral de Bermejo, f) Asociación de Desarrollo Integral de Quebrada Honda, g) Asociación de Desarrollo Integral de Patarrá, h) Asociación de Desarrollo Integral de Guatuso de Patarrá, i) Asociación de Desarrollo Específica Pro Mejoras de Urbanización El Lince, Higuito de Desamparados, j) Asociación de Desarrollo Integral de Higuito de San Miguel de Desamparados, k) Asociación de Desarrollo Específica Pro Mejoras de La Capri de San Miguel de Desamparados, l) Asociación de Desarrollo Integral de San Rafael



Arriba, m) Asociación de Desarrollo Integral de Barrio Fátima de Damas de Desamparados, n) Asociación de Desarrollo Integral de San Antonio, o) Asociación de Desarrollo Integral de Tirrasas de Curridabat.

Con interés especial, por el tipo de proyecto que se estudia, la construcción de un acueducto, las organizaciones llamadas Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADAS) fueron identificadas y caracterizadas. Entre ellas se encuentran ASADA Río Macho, ASADA Orosi, ASADA Guatuso de El Guarco, ASADA Quebrada Honda, ASADA Higuito.

De estas organizaciones de primer nivel, es decir, de base comunitaria, para el momento del estudio, se observó una participación mayor de la población femenina en las organizaciones del área de los distritos de San José, donde incluso en comunidades como La Capri, El Lince, Jesús de Praga, Patarrá, San Rafael, La Colina, Berroiba, ocupan los cargos relevantes dentro de las directivas. Mientras que, en la zona de Cartago, con excepción de Guatuso y Bermejo, la participación femenina era menor, en las organizaciones visitadas.

Las organizaciones de segundo grado, o de interés territorial, son organizaciones formadas de otras formas de organización e individuos particulares, que se vinculan por un interés de territorio. Por ejemplo, el grupo Orosi Vive, el Movimiento Cívico Cantonal de El Guarco, Unión Cívica Pro Defensa Y Comisión de Seguridad Ciudadana y Paz del Distrito de San Miguel, Asociación Ecologista de Guatuso y Patarrá AECOGUAPA, entre otras.

De estas organizaciones de segundo nivel, es decir, organizaciones que entidades que agrupan a otras de primer nivel, para el momento del estudio, se observó una participación mayor de la población femenina en las organizaciones como AECOGUAPA y el Movimiento de El Guarco.

Asimismo, se encontraron 34 organizaciones de tercer nivel, o primera respuesta, en red, a aspectos clave del quehacer comunal, como las Juntas de Educación de centros educativos adscritos al Ministerio de Educación, comités de salud adscritos a los EBAS de cada comunidad, Comités de Emergencia Locales, Pastorales, Comités de deportes. Finalmente, las asociaciones de vecinos, con implicaciones específicas, por ejemplo, ligados a la construcción de caminos, o en temas generales de las comunidades como seguridad, proyectos municipales, ornato, entre otras.

El sector empresarial tiene también una fuerte presencia en el área. Para este estudio se tomaron en cuenta 14 empresas de diferentes ámbitos productivos como agricultura y ganadería industrial, confección de ropa y accesorios, artículos de limpieza para el hogar, empresas autobuseras, actividades turísticas de aventura y recreación.

Ahora bien, otro tipo organizaciones con incidencia en el área, son los gobiernos locales. Las 5 municipalidades interesadas en el desarrollo constructivo del proyecto son la Municipalidad de Paraíso, Municipalidad de Cartago, Municipalidad de El Guarco, Municipalidad de Desamparados, Municipalidad de Curridabat.

Finalmente, las instituciones presentes en la zona con interés en un tema específico del proyecto, como el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), el Instituto de Acueductos y Alcantarillados (AyA), Junta Administradora de Servicios Eléctricos de Cartago (JASEC), Área de Conservación Cordillera Central del Sistema nacional de áreas de conservación (SINAC).

### **9.3.3.3. Análisis de las fuerzas impulsoras y obstructoras del proyecto**

La propuesta de un proyecto constructivo con las dimensiones del PAAM, por una institución histórica de Costa Rica como Acueductos y Alcantarillados, presupone que se generen alrededor de sus actividades, una serie de fuerzas que se articulan desde diferentes posiciones (a favor o en contra) con respecto al proyecto.

El análisis de esas fuerzas que pueden impulsar o generar obstrucciones para la construcción del proyecto, se lleva a cabo desde el enfoque de la tensión y conflicto social.

Las tensiones son muy comunes en las relaciones humanas, ya sean de naturaleza interpersonal, ya sea que tengan lugar dentro de grupos de partes interesadas, organizaciones o redes de personas. Pueden no ser sinónimo de conflicto. La tensión puede subir o bajar, sin que aparezca la crisis. Por lo tanto, es una categoría analítica relevante porque tiene un contenido flexible y cubre, de hecho, diferentes situaciones, donde no existe consenso en las formas de actuar.

Por otro lado, el conflicto puede identificarse fácilmente y distinguirse de la tensión haciendo uso del concepto de compromiso. De hecho, el compromiso traducirá la transición de un estado de disfunción o dificultad de coordinación e intercambio (tensión) a una situación de oposición frontal (conflicto) (Schelling, 1960). La población toma la decisión de participar en el conflicto: el compromiso es claro, para los adversarios, como para los aliados.

Ahora bien, de acuerdo a la información obtenida en reuniones y entrevistas con dirigencias locales del área de influencia, se hace una descripción de los hallazgos con respecto al posicionamiento local de acuerdo al proyecto. Sin embargo, la Institución que propone el mismo, AyA, tiene a raíz de sus labores una serie de antecedentes en la relación con las comunidades presentes.

A continuación, el recuento por cantones de las tensiones, conflictos y posiciones.

#### **Paraíso**

De acuerdo a la información obtenida, las comunidades de Orosi y Río Macho, pertenecientes al cantón de Paraíso expresaron que los posibles daños de tuberías, vías, otros servicios públicos y la reacción a destiempo para arreglar los daños ocasionados son los principales elementos de tensión presentes de acuerdo a las actividades constructivas informadas.

Otra tensión se visualiza con respecto a la percepción de competencia entre territorios por el uso del recurso hídrico para las comunidades. Al tener el PAAM la misma toma de agua del acueducto Orosi 1, embalse El Llano, se considera que la extracción del recurso para un nuevo acueducto cuya finalidad es el sostener la demanda hídrica en el Área Metropolitana de San José, va en detrimento de los intereses distritales y cantonales de donde se extrae.

Asimismo, se identificó un conflicto social en la comunidad de Orosi, asociado a la percepción de responsabilidad de la institución con respecto a la tragedia de Alto Loaiza (Barriada del distrito de Orosi), donde un deslizamiento causo pérdidas humanas y materiales invaluable. Precisamente, el PAAM, especialmente la ubicación de la tubería, detona una fuerte preocupación por amenaza de nuevo deslizamiento en las zonas altas de Orosi.

Mantiene un posicionamiento diverso, donde se encuentran un sector de pobladores que se oponen al PAAM, otro sector se mantiene con cautela ante la gestión del proyecto, y otro parece con mayor receptibilidad a conversar de acuerdo a las obras e impactos locales.

### **Cartago**

De este cantón, se trabajó con las comunidades rurales de Navarro El Muñeco y Navarro Arriba, en un sector. Mientras que en otro sector se consideraron Coris y Bermejo de Quebradilla y la Zona Industrial (Guadalupe).

En estas áreas se identificaron tensiones relacionadas al PAAM, en particular en Guadalupe y Quebradilla, asociadas con el impacto de las vías, daños a los servicios públicos. Mientras en las zonas rurales, se menciona la falta de un acueducto en Navarro, el impacto en las vías y la posibilidad de generación de empleo para la zona. No se identificaron conflictos.

Su posición con respecto al proyecto es neutral, con expectativa a información cuando se inicie la construcción.

### **El Guarco**

Dos realidades diferentes en cuanto a su percepción. En Guatuso y San Isidro, ambas comunidades con servicio de ASADA, tienen preocupación con respecto al sistema constructivo específico del Túnel El Tejar, en relación a las fuentes de recurso hídrico y las fallas sísmicas que se puedan afectar a raíz de las labores. En esta zona no se presentó conflicto. Su posición con respecto al proyecto es neutral, con expectativa a información cuando se inicie la construcción.

En El Tejar, la situación es diferente. No se identificaron tensiones directamente relacionadas con el PAAM, más que el interés por el tema de la vía. En relación con la gestión de AyA en la zona, se mantiene un malestar general con la implementación de la tarifa de cobros por servicio de agua potable en 2013, cuando el acueducto paso a ser administrado por AyA, al cual acusan de ser excesivo, con respecto al que se cobraba con el acueducto municipal. Este conflicto se mantiene aún, y eventualmente podría generar algún efecto sobre el PAAM.

Con respecto al PAAM, la posición es neutral, mientras que se convierte en negativa cuando se habla de la gestión de AyA en la comunidad.

### **Desamparados**

Para este cantón, en el área de influencia, la presencia de comunidades es alta con respecto a los otros cantones. Quebrada Honda, Guatuso de Patarrá, Calle Naranjos, Niño Jesús de Praga, Barrio El Roble, El Lince, Higuito, El Llano, La Capri, San Rafael Arriba, Patarrá, Fátima y San Antonio son las comunidades interesadas.

En este sector, existe una preocupación significativa con respecto al impacto vial, desde ópticas particulares a cada comunidad. Por ejemplo, en Quebrada Honda, el tema de impacto vial implica la alteración de su única vía de acceso; mientras que Patarrá, canaliza su preocupación por el alto grado de congestionamiento vial que puede causar los trabajos en la Ruta 212, vía comunicación principal de la zona con alto tránsito vehicular diario. Asimismo, se identificó en las comunidades con servicio de acueducto administrado por ASADA o comité rural, un malestar con respecto a la gestión técnica y de asesoría del AyA en relación a sus operaciones locales.

Su posicionamiento con respecto al PAAM, es positivo con un alto grado de cautela, especialmente con respecto al proceso de excavación de vías y el congestionamiento vehicular que puede generar.

### **Curridabat**

Barrio La Colina, entrada de Tirrases, Barrio Don Antonio, Berroiba y Hacienda Vieja son las comunidades presentes en el AID pertenecientes a Curridabat. En este caso, los pobladores se manifiestan con preocupación directa con respecto a las obras PAAM en sus vías de acceso a las diferentes comunidades. Referencias que las obras de excavación superficial de las capas de rodamiento se verán muy afectadas, por consiguiente, un efecto de congestionamiento vial y problemas de comunicación.

En la actualidad, el AyA desarrolla en la zona, el proyecto de Saneamiento Ambiental, que implica trabajos de excavación superficial de vías, incluyendo la de ingreso a Tirrases, lo cual ha causado un impacto vial que se convirtió en conflicto, cuyas manifestaciones de malestar se hicieron visibles durante la identificación de tensiones asociadas al PAAM. Las personas consideran que puede generar conflictos similares si no se gestionan adecuadamente.

Su posicionamiento con respecto al PAAM, es positivo con un alto grado de cautela, especialmente con respecto al proceso de excavación de vías y el congestionamiento vehicular que puede generar.

#### **9.3.4. Aspectos económicos**

Este apartado incluye la identificación de actividades económicas de la población en estudio, 1) indicadores de empleo, 2) tasa de desempleo abierto de la población del AID y 3) condiciones de pobreza.

La población activa (o población económicamente activa o fuerza de trabajo comprende todas las personas con empleo y sin empleo. Por otro lado, no incluye individuos económicamente inactivos, como niños en edad escolar o preescolar, estudiantes, personas que se dediquen a labores en el hogar y pensionados

En cuanto a las actividades económicas presentes en el área de influencia, se puede dividir el territorio en 5 zonas por lo menos:

- a) Área de café.
- b) Área de actividades agrícolas menores.
- c) Área de ganadería y otros cultivos.
- d) Zonas comerciales y de servicios.
- e) Zona industrial.

Para el momento del Censo (2011), la población económicamente activa (PEA) total del área de influencia, estaba compuesta de 21 288 personas ocupadas, desocupadas que buscaron trabajo y desocupadas que buscaron trabajo por primera vez. En el Cuadro.9.3.2 se observa la distribución de la PEA total según distrito y condición de actividad. Del mismo se desprende que la mayoría de la población del AID, se encuentra ocupada, con porcentajes cercanos al 100% de ocupación. Las poblaciones con mayor población desocupada (ambas categorías) son las UGM de Los Guido con 6.3%, Quebradilla con 5.6% y San Isidro con 4.2% de los registros.

**Cuadro.9.3.2.** Área de influencia directa: distribución relativa de la población económicamente activa total por UGM/distrito y condición de la actividad.

UGM/ Distrito	Ocupado	Desocupado	Desocupado (buscó trabajo por primera vez)
San Miguel	96%	3%	0,5%
San Rafael Arriba	96%	3%	0,4%
San Antonio	96%	3%	1 %
Patarrá	97%	3%	0,5%
Damas	98%	2%	0,2%
Los Guido	93%	6%	0,3%
Curridabat	96%	2%	1,3%
Tirrases	97%	3%	0,2%
Agua Caliente/San Francisco	100%	0%	0%
Guadalupe/Arenilla	100%	0%	0%
Dulce Nombre	100%	0%	0%
Quebradilla	95%	5%	0,6%
Orosi	97%	2%	0,3%
El Tejar	97%	3%	0,3%
San Isidro	96%	4%	0,2%
Total	96%	3%	0,4%

**Fuente:** Elaboración propia, según datos de Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2011.

En términos de pobreza, a niveles generales, la población presenta un porcentaje de hogares del 89.7% en situación de no pobreza, un 9,6 % en pobreza, y un 0,7% en situación de pobreza extrema.

El escenario en Curridabat es el de mayor prosperidad, con un 100% de la población fuera de la Línea de Pobreza. Mientras que el escenario más dramático en pobreza esta Aguacaliente y Dulcenombre, mientras que, en Pobreza Extrema, Los Guido con un 4.6% de los registros.

#### 9.4. Seguridad vial y conflictos actuales de circulación vehicular

Las cuestiones de la seguridad vial se refieren a la experiencia cotidiana de conducir. En este caso se realizó un inventario de rutas donde se realizarían excavaciones superficiales, dando a conocer algunos resultados que son particularmente ilustrativos de las características de la vía, de su tránsito promedio diario (cuando está disponible) y la ubicación para su mejor contextualización (Cuadro.9.4.1).



**Cuadro.9.4.1.** Área de influencia directa: Vías terrestres por ubicación y tránsito promedio diario (TPD).

Vía	Ubicación	Tránsito Promedio Diario (2014)	Descripción	Potencial de conflicto vial
Ruta Nacional 2 (Vía Primaria) Sección 30102	La Lima/ Macho Gaff	14 014	Vía principal con intersección semaforizada. Alto volumen vehicular. Comunicación entre Tejar, Tobosi, San Isidro, La Lima	Alto. En caso de interrupción parcial por la cantidad de vehículos circulando puede causar atrasos en los desplazamientos viales.
Avenida 34	Sabana Grande del Tejar	S.D.	Vía con tránsito bajo con rutas alternas	Bajo. Por dimensión del espacio vial, tanta superficie de rueda y zona libre disponible, la intervención no debería generar conflictos.
Calle 80	Ingreso a zona industrial	S.D.	Vía sin zona libre disponible	Medio. Aunque la vía es corta, en términos longitudinales, el poco espacio vial podría generar problemas.
Avenida 24	Ruta a Coris	1 791	Alto tránsito comercial, ruta alterna San José-Cartago, acceso principal para Coris	Medio. Aunque la vía es larga, en términos longitudinales, con espacio vial suficiente para posibles intervenciones, por el tipo de actividad industrial que se desarrolla, tanto en términos de movilidad como en servicios públicos se vulnerabilidad el área.
Vista de Valle de Coris	Camino Patarrá- Coris	S.D.	Ruta alterna San José –Cartago, sin zona libre disponible, pendiente alta	Crítico: El cierre de la vía por trabajos ocasiona la limitación temporal de la ruta que comunica Cartago y San José. Asimismo, el tránsito vehicular pesado, no se

Vía	Ubicación	Transito Promedio Diario (2014)	Descripción	Potencial de conflicto vial
				permite por reglamentación de uso de equipo pesado o articulado.
Calle Local	Quebrada Honda de Patarrá	S.D.	Acceso único de la comunidad. Dependencia comercial, económico y salud de la vía. Con zonas escolares.	Crítico: El cierre de la vía por trabajos ocasiona la limitación temporal de la circulación de vehículos particulares y comerciales que utilizan la única ruta de acceso a la comunidad. Asimismo, podría generarse problemas de estacionamiento, peatonales ( por no existir aceras) y de polvo.
Ruta Nacional 212 ( vía Secundaria) Sección 10271/10272	San Antonio, Desamparados /CEMEX, en Guatuso de Patarrá	17 100	Ruta nacional con alto tránsito. Infraestructura vial clave para 4 distritos de alta densidad poblacional.	Alto. En caso de interrupción parcial por la cantidad de vehículos circulando puede causar atrasos en los desplazamientos viales.
Calle Local	Calle Naranjos-Zetilla, Guatuso de Patarrá	S.D.	Vía única de ingreso a comunidad, en estado regular	Crítico: El cierre de la vía por trabajos ocasiona la limitación temporal de la circulación de vehículos que utilizan la única ruta de acceso a la comunidad.
Calle Local 1	Barrio Niño Jesús de Praga, Patarrá	S.D.	Acceso para comunidad sin zona libre disponible. Dimensiones limitadas.	Crítico: El cierre de la vía por trabajos ocasiona la limitación temporal de la circulación de vehículos particulares y comerciales que utilizan la única ruta de acceso a la comunidad. Asimismo, podría generarse problemas de estacionamiento,

Vía	Ubicación	Transito Promedio Diario (2014)	Descripción	Potencial de conflicto vial
				peatonales ( por no existir aceras) y de polvo.
Calle Local (Terminal buses/LTE R206)	Salida Barrio Jesús de Praga/ Higuito de San Miguel	S.D.	Calle de tránsito entre San Miguel y Patarrá. Alta importancia para los barrios Jesús de Praga, El Roble y El Lince. Con zonas escolares.	Alto. En caso de interrupción parcial por la cantidad de vehículos circulando puede causar atrasos en los desplazamientos viales.
Ruta Nacional 206 ( vía Secundaria) Sección 10242	Iglesia Higuito de San Miguel/ Cruce El Llano	5 571	Calle de tránsito entre el centro urbano de San Miguel y el centro urbano de Higuito. Con zonas escolares.	Alto. En caso de interrupción parcial por la cantidad de vehículos circulando puede causar atrasos en los desplazamientos viales.
Calle de travesía La Capri	Calle principal de la urbanización La Capri, San Miguel, Desamparados	S.D.	Vía principal de la urbanización La Capri, con zona libre disponible. Cuenta con dos rotondas, tiene accesos alternos. Con zonas escolares.	Bajo. Por dimensión del espacio vial, tanta superficie de ruedo y zona libre disponible, la intervención no debería generar conflictos. La excepción es el domingo, día que se realiza la actividad "feria del agricultor" que ocupa un porcentaje de la superficie de ruedo para su operación.
Ruta Nacional 209 ( vía Secundaria) Sección 10212	Salida Puente Río Jorco, San Rafael Arriba	29 533	Ruta nacional con alto tránsito	Alto. En caso de interrupción parcial por la cantidad de vehículos circulando puede causar atrasos en los desplazamientos viales.
Calle Local ( Los Sauces)	Barrio La Guaria de San Rafael de Arriba	S.D.	Calle de acceso único al Barrio La Guaria. Conecta la ruta 209 con la ruta 214.	Crítico: El cierre de la vía por trabajos ocasiona la limitación temporal de la circulación de vehículos de las personas y comercios presentes que utilizan la única ruta de acceso a la

Vía	Ubicación	Transito Promedio Diario (2014)	Descripción	Potencial de conflicto vial
				comunidad. Asimismo, podría generarse problemas de estacionamiento, peatonales ( por no existir aceras) y de polvo.
Ruta Nacional 214 ( vía Secundaria) Sección 19060	San Rafael Arriba hacia Barrio Tolima, San Rafael Abajo	12 411	Ruta nacional con alto tránsito. Con zonas escolares.	Alto. En caso de interrupción parcial por la cantidad de vehículos circulando puede causar atrasos en los desplazamientos viales.
Ruta Nacional 210 ( vía Secundaria) Sección 19054/19055	San Antonio de Desamparados/ Curridabat	25 203	Ruta nacional con alto tránsito	Alto. En caso de interrupción parcial por la cantidad de vehículos circulando puede causar atrasos en los desplazamientos viales.
Calle Local 077 (081)	La Colina y entrada a Tirrases de Curridabat	S.D.	Vía de acceso principal a la urbanización La Colina. Con zonas escolares.	Medio
Calle Local 097 (A-B)	Residenciales Don Arnoldo, Berroiba y Hacienda Vieja	S.D.	Vía de acceso principal a las urbanizaciones Don Arnoldo, Berroiba y Hacienda Vieja	Medio
Ruta Nacional 224 Sección 30620/30450	Sanchirí (Lte. Cantonal Cartago-Paraíso)- Puente Negro- La Anita de Orosi	2 544-3 272	Vía de acceso principal a Orosi, Río Macho y Purisil	Alto. En caso de interrupción parcial o total por la cantidad de vehículos o daños a la infraestructura puede generar interrupciones en los desplazamientos viales o ingreso a Orosi.
Ruta Terciaria 405 Sección 30302/30720	Lourdes- Muñeco(Escuela), Lte Cant.Cartago/Paraíso(R . Naranja)-Puente Negro	99- 215	Vía de acceso a Navarro El Muñeco por Aguacaliente hasta la salida a Puente Negro en el entrada principal a Orosi.	Alto. Aunque la vía presenta un TDP bajo, es la ruta de acceso para la comunidad de Navarro El Muñeco, y la actividad turística del Hotel Río Perlas.

## **9.5. Servicios de emergencia disponibles**

En el tema de atención de emergencias, primero, se toma en cuenta la distribución de la población según tipo de aseguramiento, representado en la de forma relativa. En la misma se observa que solo el 14 % de la población no posee ningún tipo de seguro. Mientras que el restante 86% de la población, posee algún tipo de aseguramiento, siendo las categorías “tipo asalariado” 26% y “tipo familiar” 41%, las de mayor presencia porcentual.

Los principales centros hospitalarios en el área de influencia, son el “Hospital Maximiliano Peralta Jiménez” de Cartago, mientras que, en el sector de Desamparados, se identificó al Centro de Atención Integral en Salud (CAIS) de Desamparados conocido como Clínica Marcial Fallas, como su principal centro médico.

En cuanto a las áreas de salud (A.S.), se identificaron las de A.S. Cartago y sus Ebais Dulcenombre, Aguacaliente y Parque Industrial. A.S. Paraíso-Cervantes, y sus Ebais Orosi y Orosi Rural; A.S. El Guarco y sus Ebais Tejar y San Isidro. A.S. Desamparados 2, y sus Ebais San Miguel, Higuito, El llano y San Rafael Arriba. A.S. Desamparados 3 y sus Ebais Patarrá, Guatuso, Fátima y Quebrada Honda, finalmente, A. S. Curridabat 2 y su Ebais Tirrases.

Otros servicios de emergencia disponibles son las estaciones de bomberos distribuidas a lo largo de del área de influencia, Estación de Bomberos de Cartago, Estación de Bomberos de Paraíso, Estación de Bomberos de Desamparados y la Academia Nacional de Bomberos, San Antonio Desamparados.

Asimismo, existen 19 subdelegaciones de policía en el área. En el AID, Desamparados alcanza un 45% de las oficinas, con 9 subdelegaciones como la de San Miguel, Patarrá, Guatuso de Patarrá, entre otras. Otras se encuentran en Curridabat, 2; en Cartago 2, en El Guarco 2. En Paraíso, se encuentran 4 subdelegaciones, Orosi, Rio Macho, Palomo y Puente Negro.

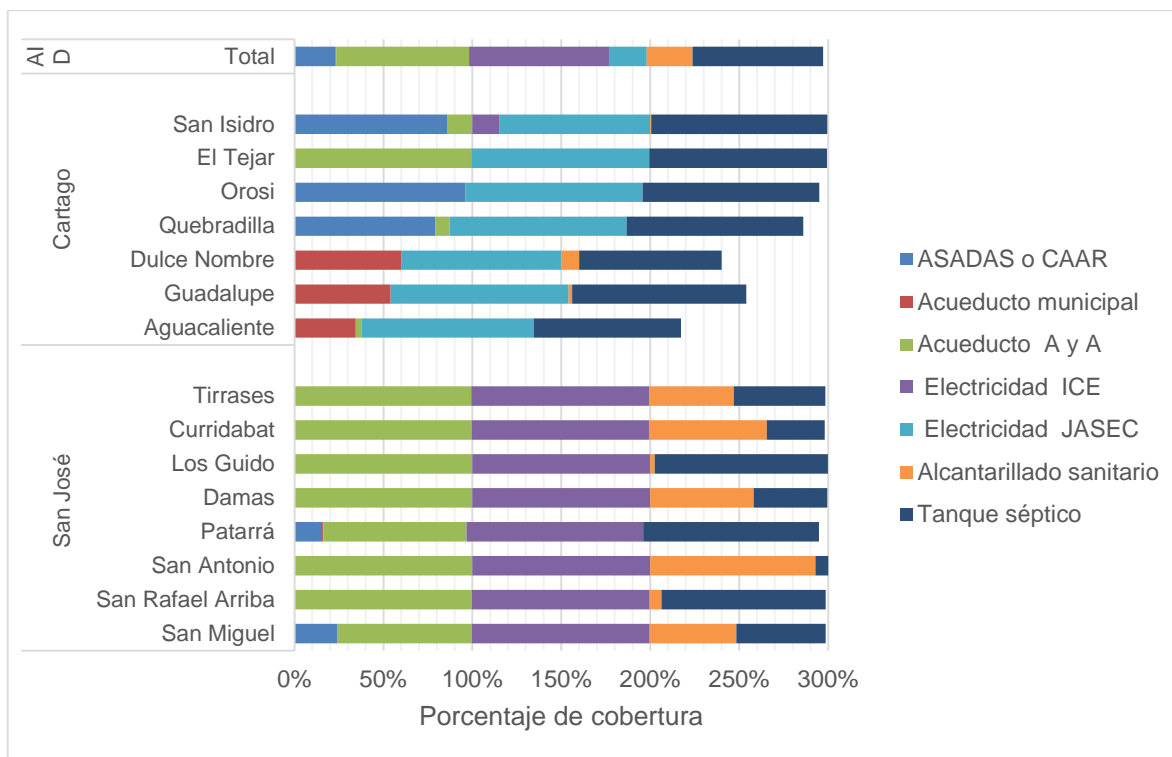
La mayoría de comunidades del área de influencia cuenta con cobertura de servicios de emergencias, asimismo, en caso de amenazas por eventos naturales, también cuentan con organizaciones locales de atención de emergencias (para mayores detalles, ver capítulo 9, Tomo VIII del informe técnico completo de EsIA del PVAAM). Por el tipo de vías de acceso, la zona de Navarro (El Muñeco y Arriba) son las que presentarían mayor vulnerabilidad en caso de emergencias.

## **9.6. Servicios básicos disponibles**

En cuanto a la cobertura de servicios básicos disponibles, de acuerdo al número de residencias en el AID, según el censo 2011, 14 464 viviendas, se realiza una distribución según servicios básicos disponibles, agua de consumo humano, electricidad y disposición de aguas residuales.

A continuación, en la Figura 9.6.1, se representa gráficamente la distribución relativa de los datos. Se agrupan en dos niveles, primero, en términos generales 1) AID: total de viviendas en área de influencia 2) Cartago: total de viviendas en los distritos de la provincia de Cartago, 3) San José: total de viviendas de los distritos de San José. Segundo, disgregados en las UGM distritales.





**Figura 9.6.1.** Área de influencia: cobertura relativa de los servicios básicos disponibles según distrito y provincia.

Según el gráfico, en términos de AID, la cobertura del servicio de agua, está distribuido de la siguiente manera, 75% de las viviendas servidas por AyA, 23% de las viviendas servidas por ASADAS, finalmente, 1,5% de viviendas por acueducto municipal y un 0,4 % no tiene servicio.

También en términos del AID, la cobertura del servicio de electricidad es proveniente de ICE en el 79% de viviendas, mientras que 21% proviene de Jasec.

Y en cuanto a la disposición de aguas residuales, el 73% de las viviendas utilizan tanque séptico, mientras que el 26% de las viviendas con alcantarillado sanitario.

En los distritos de Cartago, en cuanto a servicio de agua, en Tejar el 100% de las viviendas cubiertas por AyA, mismo que distribuye el recurso hídrico en el 14% de viviendas de San Isidro y el 8% de Quebradilla. En los distritos Orosi, San Isidro y Quebradilla, el servicio de agua potable está a cargo de las ASADAS en la mayoría de sus viviendas, 96%,79%, 86% respectivamente de las residencias. Mientras que, en Dulce Nombre, Guadalupe y Agua Caliente, el servicio es cubierto por el Acueducto de Cartago, 60%, 54%, 34% de las viviendas, respectivamente.

El servicio de electricidad, en los distritos de Cartago, la mayoría de las viviendas son abastecidas por JASEC, entre el 85% y el 100%. En San Isidro, el 15 % de las viviendas, son abastecidas por ICE. Finalmente, en las zonas de Navarro, no hay servicio de electricidad.

En la disposición de aguas residuales, la mayoría porcentual dispone sus aguas en tanques sépticos.

En los distritos de San José, las distribuciones de la cobertura de servicios son menos variables. En cuanto al servicio de agua potable, AyA distribuye a la mayoría de viviendas, excepto un 24% de viviendas de San Miguel y el 16% de las viviendas de Patarrá.

En el tema de electricidad, el 100% de las viviendas son clientes de ICE. Finalmente, en el servicio de aguas residuales, se identifican tres distritos Patarrá, San Rafael y Los Guido, mayoritariamente disponen sus aguas en tanques sépticos. Mientras que los otros distritos, Tirrases, Curridabat y San Miguel están distribuidos entre tanques sépticos y el alcantarillado sanitario. Mientras que San Antonio, un 93% de las viviendas disponen sus aguas en el alcantarillado sanitario.

## **9.7. Percepción local sobre el proyecto y sus posibles impactos**

### **9.7.1. Estudio Cualitativo**

El estudio cualitativo de percepción fue llevado a cabo en paralelo con el estudio cuantitativo del Área de Influencia. Su objetivo fue evaluar las percepciones que los residentes del área de influencia que tienen sobre su entorno, su calidad de vida y su salud, así como identificar la percepción de los actores sociales acerca de los cambios que podrían generarse en el entorno a raíz de la construcción del proyecto. Se ejecutó mediante entrevistas estructuradas a seis informantes claves de las comunidades involucradas. Completa así el estudio de zona y permite señalar las molestias mal evaluadas por el estudio de zona para las cuales se podrían emprender acciones específicas.

Entre los beneficios mencionados está lo positivo del proyecto, por la cantidad de agua que habría en la comunidad (más agua potable). Algunos entrevistados opinaron que siempre tenemos agua en la localidad donde viven, pero en las comunidades cercanas no y eso podría ayudar y beneficiar. Algunos consideran que es un proyecto muy bueno para traer agua desde la zona de Río Macho. Para otros pobladores puede haber problemas con la duración y el polvo de los trabajos, pero son cosas que siempre se van a dar para el desarrollar un proyecto.

Otro grupo no ve algún beneficio, lo único sería si contratan a personas de la comunidad, ya que dijeron que como para mitigar y compensar el impacto, podría ser la fuente de trabajo.

Entre los aspectos negativos, el más significativo, los problemas en las vías comunicación (traslados de un lugar a otro, no poder salir de la comunidad), por la excavación superficial.

### **9.7.2. Estudio Cuantitativo**

#### **9.7.2.1. Introducción**

Los análisis cuantitativos fragmentan los datos en partes para responder al planteamiento del problema. Tales análisis se interpretan a la luz de las predicciones iniciales (hipótesis) y de estudios previos (teoría). Los estudios cuantitativos siguen un patrón predecible y estructurado (el proceso) y se debe tener en cuenta que las decisiones críticas son efectuadas antes de recolectar los datos.

La encuesta puede considerarse como una técnica o una estrategia entendida como un conjunto de procesos necesarios para obtener información de una población mediante entrevistas a una muestra representativa.

### **9.7.2.2. Diseño de la muestra**

Se utiliza el muestreo estratificado, donde la población estadística se divide en grupos homogéneos (llamados estratos), que son mutuamente excluyentes. Una vez establecidos estos estratos, se seleccionan, a lo interno muestras independientes. Cualquiera de los métodos de muestreo mencionados en esta sección (y hay otros) se puede utilizar para seleccionar la muestra dentro de cada estrato.

Se definieron dos estratos, San José y Cartago, formados por las unidades de análisis del estudio. Las viviendas presentes en las UGM seleccionadas fueron 11 189 y 1 680 respectivamente. Posteriormente, se hizo el cálculo de la muestra con una confianza del 90% y un margen de error del 10%. Se aplicó el cuestionario a 135 a pobladores (1 por vivienda seleccionada dentro de la UGM). El resultado es para estrato de San José, la muestra debe ser 68 viviendas entrevistadas. Para Cartago, la muestra debe ser de 67 viviendas entrevistadas. Los cuales se distribuyeron para su realización entre los distritos del área de influencia.

El estudio cuantitativo tuvo como objetivo determinar la opinión de personas de las comunidades, de acuerdo a la muestra establecida, acerca del lugar donde residen y como cambiaría con la construcción del proyecto Ampliación del Acueducto Metropolitano del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

### **9.7.2.3. Resultados**

De la población total de personas entrevistadas, agrupadas de acuerdo al sexo, el 45.9 % son mujeres, mientras que la población masculina es del 53.3%. En cuanto a la distribución de entrevistas por edad, la mayor parte de las personas encuestadas está en edades mayores de 56 años que representa un 37.8%, el segundo grupo en cantidad, son las personas en el rango de edad de 46 a 55 años con el 19.3%; el tercer grupo son los menores de 25 años con 16.3% de participación, finalmente, los grupos de 36 a 45 años y los de 26 s 35 años, con 14,8% y 11, 1% respectivamente.

Mientras que, la distribución de la población total en ocupaciones, el mayor porcentaje lo acumularon las personas dedicadas a labores de casa, un 30,4%, seguidas de las personas dedicadas a comercio, 23%; seguido de los trabajadores no calificados con un 17.80%, los pensionados con de 12.60%, y trabajadores calificados se representa con el 8.10% del total. Los estudiantes encuestados son del 5.20%, la ocupación de la agricultura se refleja con el 2.20% y por último los desempleados con el 0.70%.

Los cuestionarios se dividieron en cuatro temas de consulta: a) acerca de su comunidad, b) el vínculo con el entorno, c) el grado de conocimiento del proyecto y finalmente, d) los potenciales impactos que este podría traer a la comunidad.

En cuanto a las condiciones actuales de las comunidades en torno a la calidad y prestación de los siguientes servicios en la comunidad, el 88% menciona que el servicio de electricidad es bueno/ muy bueno; la telefonía fija, el 54% considera que es bueno/ muy bueno, mientras que el 34% no tiene.

En cuanto al servicio de telefonía celular, es catalogado de regular a bueno un 80% de las veces. En lo concerniente al servicio de agua potable, este fue catalogado por el 76% de los entrevistados como bueno/muy bueno. Mención especial merecen los entrevistados de San Isidro, que indicaron en el 67% que su servicio es regular o malo. Sobre la recolección de basura, se menciona en un 78% que es buena o muy buena. Sobre los servicios de transporte público, el 57% de los entrevistados indicaron que es bueno o muy bueno. Por su parte, en cuanto al servicio de salud pública, el 63% lo calificó como bueno o muy bueno.

En cuanto a las redes viales se mencionó que su calidad es regular o mala en un 51.1%. Igualmente, en el servicio de alcantarillado, un 57% de las menciones lo señalan como regular o malo. En lo que respecta al alumbrado público, un 74% menciona que es bueno o muy bueno y en cuanto al servicio de Internet, el 65% lo considera regular o bueno.

En el caso de la seguridad pública, la distribución de las opiniones es la siguiente: regular 35%, mala 25%, buena 25% y muy mala 10%. En lo atinente al servicio de emergencias se indica en un 74% que es regular o bueno. Asimismo, cuando se preguntaron los cinco principales problemas del ámbito socioeconómico, que en su opinión existen en su comunidad, el resultado principal mencionado es el desempleo, con un 81,5% según indicaron.

En cuanto al vínculo comunal, que percibe el entrevistado con el entorno, dividido de acuerdo a los elementos naturales que usualmente son aprovechados, se tuvieron los siguientes resultados.

En el uso de un cuerpo de agua cercano (naciente, quebrada, río), 58% indican que no se hace uso de ninguno, el 29% mencionan que sí, específicamente, para distritos de Aguacaliente, Orosi, San Isidro, Patarrá, Quebradilla. Cuando se pregunta si en su comunidad se realizan actividades de extracción de flora y fauna, el 90% no supo no respondió. De las restantes respuestas, un 6% afirmó que la captura o caza de fauna es la actividad que se practica. El 77% de los entrevistados indican que no hay conflictos entre fauna silvestre (felinos u otros animales) y animales domésticos.

En cuanto a las amenazas por eventos naturales, las respuestas con mayor frecuencia señalan las inundaciones, los deslizamientos y la rayería.

En cuanto a la calidad del aire, 49% afirma que no hay problemas, mientras el otro 49% si menciona la presencia de polvo, ruido o malos olores. Un 80% menciona que no hay uso de los recursos arqueológicos. Finalmente, la calidad del paisaje tiene un valor alto o muy alto, en un 79% de las respuestas.

El 83% de los entrevistados afirmaron no conocer acerca del proyecto ampliación acueducto metropolitano, mientras que un 17% afirmó que si han escuchado hablar de él.

De las personas que afirmaron conocer el proyecto, se les pregunto acerca de potenciales impactos asociados a él con respecto a aspectos comunales relevantes. Las respuestas brindadas se detallan a continuación:

- Con respecto al impacto sobre el servicio de agua potable, el 44% de los entrevistados informados, señalan que perciben un impacto positivo, un 31% un impacto negativo y un 26% señala que no prevén ningún impacto.
- Con respecto al impacto sobre la telefonía, el 79% de los entrevistados señalan no prevén ningún impacto.
- Con respecto al impacto sobre el servicio de internet, el 70% de los entrevistados señalan no prevén ningún impacto.
- Con respecto al impacto sobre el transporte público, el 13% de los entrevistados informados, señalan que perciben un impacto positivo, un 39% un impacto negativo y un 35% señala que no prevén ningún impacto.

- Con respecto al impacto sobre los centros educativos, el 9% de los entrevistados informados, señalan que perciben un impacto positivo, un 31% un impacto negativo y un 61% señala que no prevén ningún impacto.
- Con respecto al impacto sobre los servicios de salud, el 13% de los entrevistados informados, señalan que perciben un impacto positivo, un 31% un impacto negativo y un 56% señala que no prevén ningún impacto.
- Con respecto al impacto sobre la seguridad pública, el 4% de los entrevistados informados, señalan que perciben un impacto positivo, un 13% un impacto negativo y un 70% señala que no prevén ningún impacto.
- Con respecto al impacto sobre las viviendas, el 26% de los entrevistados informados, señalan que perciben un impacto positivo, un 48% un impacto negativo y un 26% señala que no prevén ningún impacto.
- Con respecto al impacto sobre los caminos (calles, carreteras), el 22% de los entrevistados informados, señalan que perciben un impacto positivo, un 65% un impacto negativo y un 13% señala que no prevén ningún impacto.
- Con respecto al impacto sobre los puentes, el 18% de los entrevistados informados, señalan que perciben un impacto positivo, un 61% un impacto negativo y un 22% señala que no prevén ningún impacto.
- Con respecto al impacto sobre las actividades recreativas, el 18% de los entrevistados informados, señalan que perciben un impacto positivo, un 22% un impacto negativo y un 48% señala que no prevén ningún impacto.
- Con respecto al impacto sobre las actividades económicas, el 26% de los entrevistados informados, señalan que perciben un impacto positivo, un 31% un impacto negativo y un 44% señala que no prevén ningún impacto.
- Con respecto al impacto sobre los espacios comunales, el 22% de los entrevistados informados, señalan que perciben un impacto positivo, un 31% un impacto negativo y un 44% señala que no prevén ningún impacto.
- Con respecto al impacto sobre la calidad de aire, el 4% de los entrevistados informados, señalan que perciben un impacto positivo, un 44% un impacto negativo y un 52% señala que no prevén ningún impacto.
- Con respecto al impacto sobre las fuentes de agua, el 26 % de los entrevistados informados, señalan que perciben un impacto positivo, un 31% un impacto negativo y un 39% señala que no prevén ningún impacto.
- Con respecto al impacto sobre el paisaje, el 18% de los entrevistados informados, señalan que perciben un impacto positivo, un 22% un impacto negativo y un 52% señala que no prevén ningún impacto.
- Con respecto al impacto sobre el bosque, el 9 % de los entrevistados informados, señalan que perciben un impacto positivo, un 44% un impacto negativo y un 39 % señala que no prevén ningún impacto.



- Con respecto al impacto sobre la fauna, el 9 % de los entrevistados informados, señalan que perciben un impacto positivo, un 48% un impacto negativo y un 44 % señala que no prevén ningún impacto.
- Con respecto al impacto sobre los sitios históricos, el 76% señala que no prevén ningún impacto.
- Con respecto al impacto sobre los sitios arqueológicos, el 77% señala que no prevén ningún impacto.
- Cuando se pregunta qué problemas podría ocasionar el proyecto en su comunidad, la mayor parte de las observaciones señala a los impactos viales.
- Mientras que ante la pregunta ¿Considera que el desarrollo de este proyecto beneficiaría o perjudicaría a la comunidad donde usted vive? Un 52% de los entrevistados considera que trae beneficios, 13% que perjudica, y un 35% no supo o no respondió.

#### 9.7.2.4. Conclusiones

Del estudio se desprende que las mayores preocupaciones de los entrevistados con respecto al proyecto, son acerca del tema de impactos a caminos y puentes, en general, sobre la red vial tanto nacional como cantonal.

Asimismo, las repercusiones sobre las actividades económicas, las viviendas y la calidad de aire.

También mencionan los impactos sobre el bosque y la fauna.

#### 9.7.3. Proceso Interactivo de Participación Pública

##### 9.7.3.1. Introducción

En el estudio de percepción local participaron 29 comunidades del Área de Influencia Directa (AID) que en distribuidas en cantones de Paraíso, Cartago, El Guarco, Desamparados y Curridabat, abarcando alrededor de 14 distritos (Cuadro.9.7.1).

**Cuadro.9.7.1.** Identificación de poblados para el proceso de participación comunal del EsIA PVAAM según distrito, cantón y provincia.

ID	Provincia	Cantón	Distrito	Poblado
1	Cartago	Paraíso	Orosi	Orosi
2	Cartago	Paraíso	Orosi	Río Macho
3	Cartago	Cartago	Dulce Nombre	Navarro El Muñeco
4	Cartago	El Guarco	Agua Caliente	Navarro Arriba
5	Cartago	El Guarco	San Isidro	Guatuso
6	Cartago	El Guarco	San Isidro	San Isidro
7	Cartago	El Guarco	El Tejar	El Tejar
8	Cartago	El Guarco	El Tejar	Sabana Grande

ID	Provincia	Cantón	Distrito	Poblado
9	Cartago	Cartago	Quebradilla	Quebradilla
10	Cartago	Cartago	Quebradilla	Coris
11	Cartago	Cartago	Quebradilla	Bermejo
12	San José	Desamparados	Patarrá	Quebrada Honda
13	San José	Desamparados	Patarrá	Guatuso
14	San José	Desamparados	Patarrá	Barrio El Lince
15	San José	Desamparados	Patarrá	Patarrá
16	San José	Desamparados	Patarrá	Barrio Jesús de Praga
17	San José	Desamparados	Patarrá	Calle Naranjos
18	San José	Desamparados	San Miguel	La Capri
19	San José	Desamparados	San Miguel	San Miguel
20	San José	Desamparados	San Miguel	Higuito
21	San José	Desamparados	San Rafael Abajo	San Rafael Abajo
22	San José	Desamparados	San Rafael Arriba	San Rafael Arriba-El Bambú
23	San José	Desamparados	San Rafael Arriba	Barrio La Guaria
24	San José	Desamparados	Damas	Fátima
25	San José	Desamparados	San Antonio	San Antonio
26	Curridabat	Curridabat	La Colina	La Colina
27	San José	Curridabat	Tirrases	Tirrases
28	San José	Curridabat	Tirrases	Berroiba y Don Antonio
29	San José	Curridabat	Curridabat	Hacienda Vieja

### 9.7.3.2. Metodología

El proceso de participación pública tuvo como objetivo ejecutar un proceso participativo interactivo con los diversos actores sociales de las diferentes etapas del Proyecto Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA).

Este se ejecutó en dos etapas. La primera etapa se compone de dos actividades. La primera fue una reunión de contacto inicial (RI) con las organizaciones comunales y otras organizaciones para presentar generalidades del proyecto y agendar la reunión con la comunidad. Y una segunda reunión abierta de presentación (RP) del proyecto a las comunidades, vecinos y organizaciones, que incluyó los cinco gobiernos locales a saber: Paraíso, Cartago, El Guarco, Desamparados y Curridabat y el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC).

La segunda etapa fue un taller donde se expuso el proyecto, las obras, los impactos y las medidas correctoras.

Esta segunda etapa fue dirigida a organizaciones, vecinos, empresas o industrias, organizaciones no gubernamentales y los concejos municipales de los cinco cantones involucrados. En total se ejecutaron 104 encuentros y se contó con la participación de 1285 personas (Cuadro.9.7.2).

**Cuadro.9.7.2.** Asistencia a eventos según cantón y tipo de evento.

<b>Cantón</b>	<b>Reunión Inicial</b>	<b>Reunión de Presentación</b>	<b>Taller de Impactos y medidas</b>	<b>Total general</b>
Cartago	24	75	106	205
Curridabat	11	31	43	85
Desamparados	100	267	224	591
El Guarco	15	51	85	151
Paraíso	10	172	42	224
SINAC			29	29
<b>Total general</b>	<b>160</b>	<b>596</b>	<b>529</b>	<b>1285</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2018).

### 9.7.3.3. Resultados por cantón de la percepción local sobre el proyecto

#### **Paraíso**

En el cantón de Paraíso se determinó la importancia del tema del agua. Se refiere a la preocupación de los participantes por la gestión recurso hídrico: nacientes, pozos, acuíferos, agua superficial (ríos) y agua subterránea. Incluye el tema del uso del agua por parte del proyecto y el agua de consumo local. Todo esto asociado al uso social del agua.

En este cantón tanto vecinos como autoridades Municipales mostraron su molestia al denominarse “dueños” del agua ya que la fuente se ubica en parte de su territorio geográfico. Indican que el agua no va a ser inyectada de manera directa a sus sistemas de abastecimiento. Recalcan que no son parte de la población beneficiada directa del proyecto y solicitan parte del caudal para su cantón.

Otro aspecto importante es la preocupación por la presencia de la escombrera Piedra Grande en su cantón y el manejo que se realice.

También el tema del empleo les genera inquietudes en vista que consideran relevante se les considere durante el proceso de contratación en vista de la calificación que tienen algunos pobladores por haber laborado en proyectos ICE.

Finalmente, el tema de la afectación a la red vial y problemas ambientales son otras de las preocupaciones que manifestaron los vecinos.

#### **Cartago**

En el caso del cantón de Cartago las consultas e inquietudes estuvieron relacionadas con el diseño del proyecto, el agua, los beneficios, la afeción en las vías, la afectación económica y afectación a la flora y fauna.

En el caso del diseño, se asocia a características específicas de la obra, esto incluye ubicación exacta de las obras en las diversas comunidades, dimensiones, diámetros de tubería, profundidad, etc.

El tema del agua al igual que en Paraíso se remite a la preocupación por el paso de la tubería, ya que no se ven como usuarios directos.

Dentro de las peticiones está la dotación de mayor caudal de agua por parte del AyA.

Otro aspecto consultado son los beneficios que tendrían con el proyecto.

También les preocupa el impacto en la red vial por el paso de la tubería.

Otro aspecto es la afectación económica de los pobladores por el uso de terrenos en el cantón para obras como una escombrera y finalmente la preocupación por la flora y fauna de la zona esto por la presencia de la Zona Protectora Cerros de La Carpintera y la Zona Protectora Río Navarro y Sombrero (esto a nivel de general).

## **El Guardo**

En el caso del cantón de El Guarco el tema que más preocupación trae es el agua. Muy similar a las preocupaciones de los cantones antes mencionados. El acceso, la presencia de ASADAS y las tarifas que aplica el AyA en la zona generan discusión. Cabe señalar que la ASADA de Guatuso podría tener alguna afectación por el paso del túnel cerca de las nacientes de las cuales se abastece. En este sentido el EsIA plantea medidas al respecto.

Otro tema es el diseño del proyecto relacionado con la ubicación de obras como el túnel, la escombrera y la tubería. Del mismo modo, se dieron consultas e inquietudes relacionadas con el cumplimiento y monitoreo de las medidas propuestas.

El tema de la afectación a la red vial también estuvo presente en las consultas. Finalmente, hubo preocupación por la afectación a bosques y áreas forestales.

## **Desamparados**

En el caso de Desamparados las preocupaciones se enfocaron en temas como diseño, comunicación, vialidad, vías y cronograma del proyecto.

Con respecto al diseño solicitaron información muy detallada de la ubicación de las obras, el trazado de las tuberías y ubicación de escombreras. Con respecto al tema de comunicación solicitaron de manera contundente la necesidad de información sobre el avance del proyecto, fechas, días de intervención, contacto del o los encargados.

El tema de vialidad se refiere a la movilidad en la vía pública, al tránsito de personas, vehículos y maquinaria. Es uno de los temas que más preocupa por la actividad de excavación y colocación de la tubería y el impacto que conlleva en otras actividades como las productivas y que a su vez genera un malestar en la población y una percepción negativa hacia el desarrollador del proyecto.

Con respecto al tema de vías el aspecto la mayor preocupación radica en la intervención de la superficie de rodamiento para colocar la tubería y la recuperación de la misma, así como las afectaciones que sufrirá por el tránsito de maquinaria y vehículos.

Con respecto al cronograma se relaciona con los tiempos de ejecución del proyecto en sus diversas etapas, incluido el EsIA, la construcción y la entrada en operación del proyecto, y dentro de la etapa de construcción los tiempos intervención en cada comunidad. En general la preocupación se resume en la afectación a la cotidianidad de los habitantes por los trabajos de ahí la necesidad de contar con una comunicación adecuada.

## **Curridabat**

Para el cantón de Curridabat las preocupaciones e inquietudes se remiten a temas de diseño, comunicación y vías.

En el caso del diseño fueron los mismos intereses sobre la ubicación de las obras en este caso las tuberías. En lo que a comunicación se refiere al proyecto de AyA denominado Programa de Mejoramiento Ambiental (PAPS) asociado a la colocación de tubería para alcantarillado sanitario. Como parte de las quejas y malestar comunal los participantes señalaron que el proyecto PAPS causó mucha afectación en las vías generando congestión vial. Lo que a su vez generó un malestar comunal al punto que condicionaron las reuniones de PVAAM hasta que el AyA no atendiera temas de PAPS.

Muchos de los problemas se asociaron al tema de comunicación entre vecinos, autoridades municipales y funcionarios del AyA.

Finalmente, el tema de la afectación a las vías es otro aspecto que generó muchos comentarios e inquietudes y las medidas correctivas que se pretenden aplicar para evitar los conflictos suscitados con PAPS.

### **9.7.3.4. Conclusiones**

A nivel general las consultas y dudas fueron esclarecidas durante la ejecución de los talleres en vista que las medidas planteadas cumplían con las expectativas de los actores. Como se indicó anteriormente el tema del diseño y el proyecto como tal generó muchas dudas y consultas entre los actores sociales asociados al proyecto PVAAM.

Para solventar las consultas el equipo EsIA del ICE contempló la incorporación de un mapa detallado de la comunidad, con algunos puntos de referencia (escuela, iglesia católica, parque) y las obras del proyecto asociadas de manera inmediata. Con esto se logró el objetivo de solventar esas inquietudes que se venían manifestando desde los primeros encuentros.

En lo que al tema agua se refiere es un asunto que tiene una relación estrecha con pasivos sociales no resueltos por los entes administradores de los acueductos llámese comités, ASADAS y Municipios con el ente rector del recurso a nivel nacional, el AyA.

Para solventar esta reiterada manifestación el AyA deberá comprometerse a realizar un diagnóstico de los diferentes entes operadores del servicio de agua en el área de influencia directa del proyecto con el fin de determinar su estado y acciones a seguir para mejorar la calidad y continuidad del servicio que brindan.

En lo que al tema de comunicación evidencia la necesidad de fortalecer la relación con los actores sociales. Existe una demanda creciente de información y participación ciudadana, de ahí que se plantea la constitución de una oficina dedicada tiempo completo a atender la relación proyecto-actores sociales. Esta oficina aspira a erigirse en la referencia fundamental de los ciudadanos en sus consultas sobre el quehacer y avance del proyecto. Debe actuar con un enfoque de atención integral, personalizada y cercana.

Es prioritario escuchar a los ciudadanos, y proporcionar soluciones de manera inmediata y satisfactoria. La acogida de esta oficina ha sido bien vista por todos los actores sociales involucrados.



## 9.8. Infraestructura comunal

En el caso de la infraestructura comunal, se describen los siguientes aspectos: composición de las zonas residenciales e infraestructura asociada a las zonas.

En cuanto a las residencias, de las 50060 personas identificadas, se contabilizan las viviendas pertenecientes a la UGM por distrito, a continuación, en el Cuadro.9.8.1.

**Cuadro.9.8.1.** Área de Influencia Directa: Distribución absoluta de las viviendas por distrito, 2011.

UGM/Distrito	Total de viviendas
San Miguel	2771
San Rafael Arriba	1858
San Antonio	582
Patarrá	2526
Damas	1282
Los Guido	403
Curridabat	290
Tirrases	1477
Aguacaliente/San Francisco	91
Guadalupe/Arenilla	53
Dulce Nombre	23
Quebradilla	268
Orosi	1814
El Tejar	597
San Isidro	429
<b>Total</b>	<b>14464</b>

En cuanto al tipo de vivienda por distrito, la vivienda independiente, es el tipo dominante en todos los casos, con registros en los 88 y 100%. Porcentualmente, los edificios de apartamentos aparecen con registros entre en 1% y el 12% de los hallazgos. Como datos particulares, en Patarrá, se identificaron el 2% de las viviendas, tipo tugurios. En San Antonio, un 7% viviendas en condominio.

Con respecto al tema de infraestructura comunal se realizó un inventariado por comunidad, en el área de influencia del proyecto, de acuerdo a las principales instalaciones que se identificaron en el 0 salones comunales, canchas de fútbol (o parque), gimnasios, instalaciones educativas (primarias y secundarios), instalaciones de salud (Ebais, clínica), cementerios, instalaciones turísticas, instalaciones de seguridad, y otras (incluye parroquias, alcaldías, otros).

**Cuadro.9.8.2.** Infraestructura comunal identificada en área de influencia de proyecto.

<b>Distrito</b>	<b>Poblado</b>	<b>Salón comunal</b>	<b>Cancha fútbol /parque</b>	<b>Gimnasio</b>	<b>Instalaciones educativas</b>	<b>Instalaciones de salud</b>	<b>Cementerio</b>	<b>Instalaciones turísticas</b>	<b>Instalaciones seguridad</b>	<b>Otras</b>
Orosi	Orosi	1	1	1	1	2	1	1	1	1
Orosi	Río Macho	1	1	0	1	0	0	0	0	1
Dulce Nombre	Navarro El Muñeco	0	1	0	1	0	0	1	0	0
Agua Caliente	Navarro Arriba	0	0	0	0	0	0	1	0	0
San Isidro	Guatuso	1	1	0	1	1	0	0	0	0
San Isidro	San Isidro	1	1	1	1	1	0	0	1	1
El Tejar	El Tejar	1	1	1	1	1	1	0	1	1
El Tejar	Sabana Grande	1	1	0	0	0	0	1	0	1
Quebradilla	Coris	1	1	0	1	0	0	1	1	1
Quebradilla	Bermejo	1	1	0	1	0	0	1	0	1
Patarrá	Quebrada Honda	1	0	0	1	1	0	1	0	1
Patarrá	Guatuso	1	1	0	1	1	0	1	0	1
Patarrá	Patarrá	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Patarrá	Barrio Jesús de Praga	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Patarrá	Calle Naranjos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
San Miguel	La Capri	1	1	0	1	1	0	0	0	1
San Miguel	San Miguel	1	1	1	1	1	1	0	1	1
San Miguel	Higuito	1	1	0	1	1	0	0	0	1
San Rafael Arriba	San Rafael Arriba-El Bambú	1	1	0	1	1	1	0	1	1
San Rafael Arriba	Barrio La Guaria	1	1	0	1	1	0	0	0	1
Damas	Fátima	1	1	0	1	1	0	0	1	1

Distrito	Poblado	Salón comunal	Cancha fútbol /parque	Gimnasio	Instalaciones educativas	Instalaciones de salud	Cementerio	Instalaciones turísticas	Instalaciones seguridad	Otras
San Antonio	San Antonio	1	1	0	1	1	1	0	1	1
La Colina	La Colina	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Tirrasas	Tirrasas	1	1	1	1	1	0	0	1	1
Tirrasas	Berroiba y Don Antonio	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Curridabat	Hacienda Vieja	0	0	0	1	0	0	0	0	1

**Fuente:** Elaboración propia (2017).

Entre las comunidades visitadas, la mayor cantidad de ellas, cuentan con salón comunal, donde se realizan, no solo actividades de las asociaciones de desarrollo, sino que otras actividades que hacen de la agenda los salones comunales un espacio social importante en esta zona. Las excepciones son Navarro El Muñeco, Navarro Arriba ambos de la zona rural de Cartago. Cabe resaltar algunos que por su infraestructura sobresalen, como el Salón Comunal de La Capri, San Antonio, y San Isidro de El Guarco. Mencionar también el salón parroquial de Guatuso de Patarrá, como un sitio de importancia para la comunidad.

### 9.9. Sitios arqueológicos

En este apartado se tomaron una serie de consideraciones para la adecuada valoración de la presencia de remanentes culturales precolombinos en área de estudio elegida para el establecimiento del Proyecto Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano.

Un primer acercamiento a la zona permitió identificar distintos espacios geográficos con potencial para el establecimiento de antiguos grupos precolombinos. La contrastación de estos con los registros presentes en la base de datos del Museo Nacional de Costa Rica evidenció la presencia de varios sitios con presencia de materiales arqueológicos en el área de estudio. Los anteriores asociados preliminarmente a diferentes periodos de ocupación que abarcan desde (8000 a.C-300 d.C.) y hasta llegar al período contacto 1550 d.C. Estos yacimientos fueron seleccionados para su incorporación a los productos cartográficos correspondientes.

La zona donde se circunscribe el Área de estudio para el Proyecto Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano, arqueológicamente se encuentra bajo la influencia de la denominada como Región Valle Central.

Tomando en cuenta los aspectos mencionados anteriormente, se desarrollaron labores de prospección sistemática las cuales tenían como objetivo conocer en términos espaciales y temporales los recursos arqueológicos e históricos; que se encontraban localizados en el AP del Proyecto: Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano.

Este conocimiento se logró mediante la adecuada localización, delimitación y caracterización de los sitios arqueológicos e históricos presentes en los terrenos que constituyen el AP del

proyecto. Lo anterior unido al levantamiento planimétrico de los mismos, así como su análisis y ubicación cronológica.

Finalmente se desarrollaron una serie de recomendaciones dirigidas al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) para la conservación de los sitios arqueológicos y el manejo adecuado de la evidencia cultural localizada en el área de estudio.

El adecuado desarrollo de las labores de prospección previas contribuyo a un registro más detallado de la evidencia cultural presente en el área del Proyecto Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano.

Cabe destacar que en el marco de dicho trabajo se logró el registro de 1 nuevo sitio arqueológico el cual se denominó Noguera, (Sj-959 Ng). Además, se redefinió el área de influencia de un sitio previamente registrado como Patarrá (SJ-190 Pa).

La información recolectada y analizada muestra en la presente investigación, así como investigaciones anteriores para los sitios identificados (Patarrá y Noguera) en el área del Proyecto Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano, señala que, hubo un mayor desarrollo de la actividad humana iniciando con la fase Pavas (300 a.C. – 300 d.C.) y experimentando un fuerte incremento durante fase Curridabat (300 d.C. – 700 d.C.).

Es en esta continuidad en la ocupación humana presente para la zona de estudio, que se determina además un registro arqueológico multicomponente con pequeñas ocupaciones tempranas, dando paso a un crecimiento poblacional cuyo pico máximo se alcanzó durante la fase Curridabat.

Se infiere a partir de la evidencia cultural encontrada para zona de estudio que, los yacimientos registrados en esta son fiel reflejo de un aumento poblacional, y, no se descarta que los grupos humanos establecidos durante los periodos temporales (arriba mencionados), pudiesen formar parte de un grupo élite que junto a otros guardase control político en una importante porción del área por donde discurrirá el Proyecto Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano.

Entre las consideraciones hechas están: el desarrollo en los diferentes sitios registrados (Patarrá SJ-190 Pa, Noguera, Sj-959 Ng) de labores de evaluación arqueológica (Excavación horizontal y vertical) que ayuden a profundizar en aspectos relacionados con costumbres funerarias y actividades cotidianas llevadas a cabo a lo largo del área de estudio.

Se contempló además como parte fundamental en el Proyecto Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano, la redacción e implementación de un proceso inductivo a todos los colaboradores vinculados el proceso constructivo. Dicho proceso tiene por finalidad el promover la concientización sobre la valoración del recurso arqueológico, aclaraciones en materia legal vigente, temática de patrimonio, así como procedimientos ante un hallazgo fortuito en campo.

#### **9.10. Sitios históricos y culturales**

Entre los objetivos de esta sección está, el lograr un adecuado conocimiento acerca de aquellos sitios históricos y de importancia cultural, presentes en el área de estudio. Para la consecución de esta premisa se realizó una consulta a la base de datos del Ministerio de Cultura, sobre sitios con Declaratoria de Patrimonio Histórico Arquitectónico.

Los datos obtenidos en dicha consulta indican la presencia de un total de 5 sitios bajo la figura de patrimonio histórico arquitectónico, algunos de los cuales cuentan con registros de antigüedad desde 1801 a 1950. Estos depósitos se encuentran distribuidos sobre el área de estudio propuesta para Proyecto Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano.

En cuanto a la funcionalidad de estos inmuebles es muy variada y se logran encontrar Iglesias escuelas y poblados.

Entre los inmuebles más llamativos en esta lista se encuentra La Ciudad del Lodo (primera fundación de Cartago), la escuela Dr. Carlos Luis Valverde Vega, ubicada en el Guarco de Cartago. Dos de los sitios restantes son el templo católico San Jose y Convento (Iglesia de Orosi). Por último, en el sector de El Guarco, se localiza un sitio para almacenar Heno (Silo). Este último se ubica temporalmente de 1901 y 1950, según datos del Ministerio de Cultura, es una estructura que se encuentra parcialmente demolida, no obstante, lo que aún está en pie conserva su estado original sin modificaciones significativas.

Se logró determinar mediante las visitas de reconocimiento a la zona que, a pesar de su declaratoria como patrimonio arquitectónico, la mayoría de estos inmuebles se encuentran en un estado de conservación deficiente, o en condiciones de abandono. Unido a lo anterior las condiciones climáticas de algunos sectores contribuyen a hacer más evidente este deterioro.

## 9.11. Paisaje

### 9.11.1. Unidades de Paisaje

Se identificaron un total de 6 Unidades de Paisaje. El Cuadro.9.11.1 muestra la extensión espacial y el porcentaje de cada una de ellas con respecto al All.

**Cuadro.9.11.1.** Unidades de Paisaje.

Código	Unidad	Área (Ha)	Porcentaje
1	Paisajes del Valle Orosi	3450,34	27%
2	Paisajes del Valle Navarro	4319,76	34%
3	Paisajes El Tejar	1069,36	8%
4	Paisajes Coris	773,31	6%
5	Paisajes La Carpintera	1221,81	10%
6	Paisajes de San José	1866,42	15%

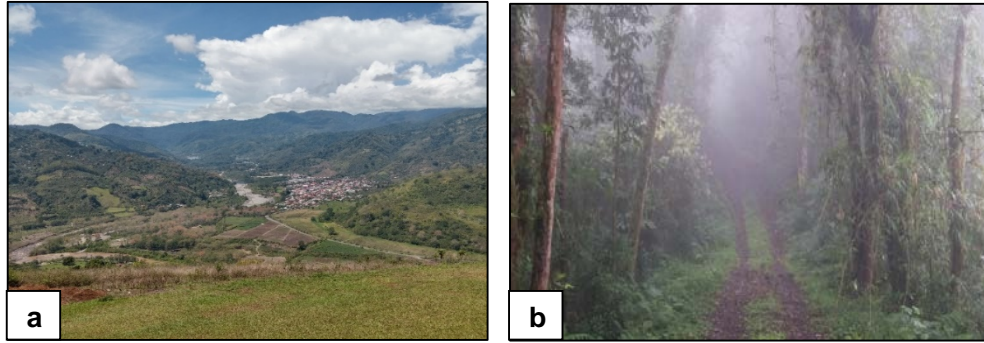
**Fuente:** Elaboración propia.

#### 9.11.1.1. Unidad Paisajística (UP) del valle de Orosi

Corresponden a los paisajes de la vertiente izquierda en la sección media-baja de la cuenca del río Grande de Orosi.

Se pueden distinguir 4 tipos de sub unidades paisajísticas, a saber: Agrícola (13%), Boscosa (83%), Fluvial (1%) y Urbano-Rural (3%). La 0, muestra el valle del río Grande de Orosi (a) y bosques nubosos en la parte alta de esta unidad (b).





**Figura 9.11.1.** Tipos de paisajes representativos de la U.P Valle Orosi.

**Fuente:** a) Propia. 29/05/2018 y b) Propia. 20/07/2017.

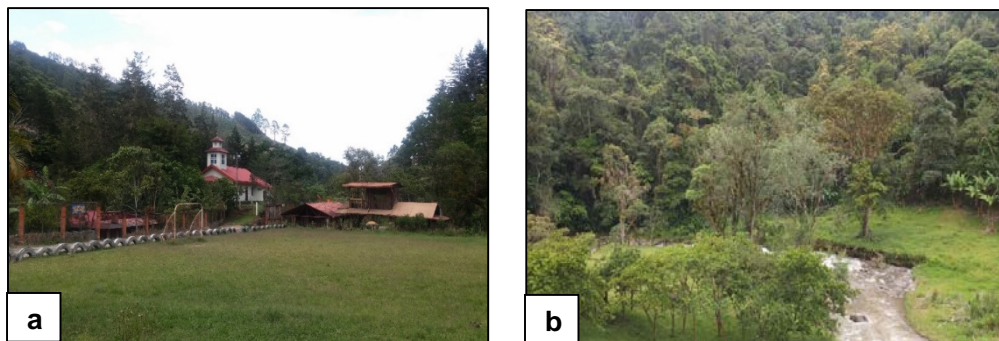
La calidad del paisaje de esta unidad se define como moderada, ya que aproximadamente un 92% presenta esta clasificación, mientras que un 7% está clasificada como baja y únicamente un 2% de esta unidad, presenta una calidad paisajística alta.

#### 9.11.1.2. Unidad Paisajística (UP) del valle Navarro

Comprende la cuenca media-baja del río Navarro y destaca la presencia de la Zona Protectora Río Navarro-Río Sombrero, la cual es considerada como una singularidad paisajística. Está conformada por paisajes de tipo agrícola (7%), paisajes boscosos (91.5%), paisajes fluviales (1%) y paisajes de tipo urbano-rural (1%) representado principalmente por la comunidad de Navarro - El Muñeco.

La 0, muestra la comunidad de Navarro El Muñeco (a) y el valle fluvial del río Navarro (b).

Para esta unidad, aproximadamente un 40% está catalogada con una condición de alta calidad paisajística (principalmente por la presencia de la Zona Protectora Río Navarro – Río Sombrero), un 55% es considerada moderada y, por último, un 5% clasificada como baja.



**Figura 9.11.2.** Tipos de paisajes presentes en la U.P Valle Navarro

**Fuente:** Propia. 18/07/2017.

### 9.11.1.3. Unidad Paisajística (UP) El Tejar

Se localiza en el valle de Coris, al sur de la ciudad de Cartago y presenta una mayor dominancia de bosques y plantaciones forestales. En esta unidad se determinaron 4 tipos de sub unidades, a saber: Agrícola (23%), Boscosa (53%), Industrial (12%) y Urbana (12%). La 0, muestra un sector con predominio de actividades agrícolas (a) y un paisaje con dominancia de actividades industriales (b).

Se determinó que apenas un 0,1% presenta una calidad paisajística alta, un 54,4% con calidad moderada y, por último, un 45,5% presenta una baja calidad del paisaje la cual está definida por la alta presencia de actividades antrópicas.



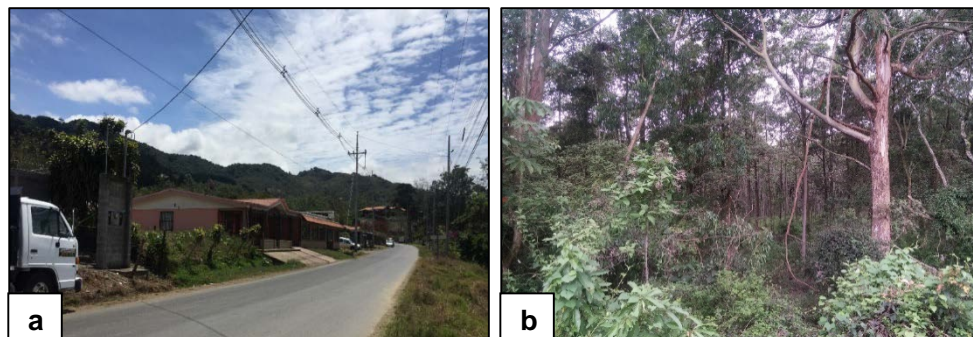
**Figura 9.11.3.** Paisajes de la U.P El Tejar.

**Fuente:** Propia. 20/07/2017.

### 9.11.1.4. Paisajes Coris

Se localiza en el sector este del fondo del valle de Coris y al sur de los Cerros de Ochozogo y presenta una dominancia de actividades agrícolas. Consta de 4 subunidades paisajísticas: Agrícola (60%), Boscosa (<1%), Industrial (34%) y Urbana (6%). La 0 muestra la comunidad de Coris (a) y un sector con un predominio de bosques y plantaciones forestales (b).

Aproximadamente un 14% de esta unidad presenta una calidad moderada del paisaje y un 86% está catalogada con una baja calidad paisajística. No presenta paisajes con calidad alta.



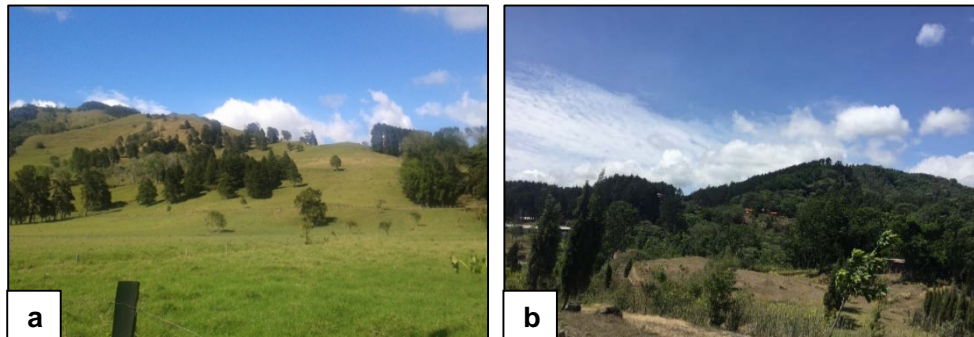
**Figura 9.11.4.** Paisajes representativos de la U.P Coris

**Fuente:** a) Méndez, J. 18/04/2017 y b) Propia. 29/05/2018.

### 9.11.1.5. Unidad Paisajística (UP) La Carpintera

Esta unidad tiene la particularidad que se encuentra en los cerros que dividen el valle Central en dos: Valle Central Occidental y Valle Central Oriental. Además, un 29% de la Zona Protectora Cerros La Carpintera se encuentran en esta unidad.

Está compuesta por tres subunidades paisajísticas: Agrícola (18%), Boscosa (64%) y Potreros (18%). La 0 muestra un paisaje con un predominio de potreros sobre el flanco sur de los Cerros de La Carpintera (a) y un sector de bosques y coníferas en la parte alta de estos cerros (b). Presenta un 46% de calidad alta del paisaje, lo que hace que esta sea la que presenta una mayor calidad paisajística para todo el proyecto. Un 43% está clasificado con paisajes de calidad moderada; mientras que un 10% presenta paisajes de calidad baja.



**Figura 9.11.5.** Tipos de paisajes en la U.P La Carpintera.

**Fuente:** a) Díaz, G. 11/01/2017 y b) Méndez, J. 18/04/2017.

### 9.11.1.6. Unidad Paisajística (UP) San José

Se encuentra en el valle Central Occidental, que comprende completamente la provincia del mismo nombre. Abarca de manera parcial, los cantones Curridabat y Desamparados.

Está compuesta en su mayoría por paisajes de tipo urbano – industrial (64%), también presenta un tipo de paisaje dominado por una serie de lomas aisladas (14%), las cuales irrumpen en la homogeneidad del relieve de esta unidad y, por último, un 22% de esta unidad está representado por paisajes boscosos. La 0, muestra los paisajes representativos de esta unidad.



**Figura 9.11.6.** Paisajes urbanos de la U.P San José

**Fuente:** Propia (26/07/2017).

Presenta un 7% (aproximadamente) de paisajes con calidad alta conformados principalmente por las lomas Salitral y San Antonio. Un 35% de los paisajes de esta unidad están catalogados como moderados y un alto porcentaje (58%) de esta unidad presenta paisajes de calidad baja, lo que se atribuye a la alta densidad de viviendas.

La Figura 9.11.1, muestra la ubicación y extensión espacial de las Unidades Paisajísticas del Área de Influencia Indirecta (AII) del Paisaje para el proyecto V Ampliación Acueducto Metropolitano.

### **9.11.2. Inventario de recursos escénicos y paisajísticos**

En el Área de Influencia Indirecta (AII), se identificaron un total de 5 centros con fines de hospedaje turístico y 24 sitios de actividades de carácter turístico (Balnearios, Miradores, Centros Turísticos, etc). Además, se encuentran dos áreas protegidas como lo son: Zona Protectora Cerros La Carpintera y Zona Protectora Río Navarro – Río Sombrero.

Para un mayor detalle de su ubicación, consultar el Estudio de Impacto Ambiental completo, específicamente el Tomo IX, apartado 9.12.6, capítulo 9.

### **9.11.3. Percepción local del paisaje**

Se aplicó un Instrumento de Percepción Local a los vecinos del AII, en donde se les preguntó sobre la percepción y calidad del paisaje de su comunidad. Los resultados podrán ser consultados con mayor detalle en el Estudio de Impacto Ambiental completo, específicamente el Tomo IX, apartado 9.9.2 del capítulo 9.



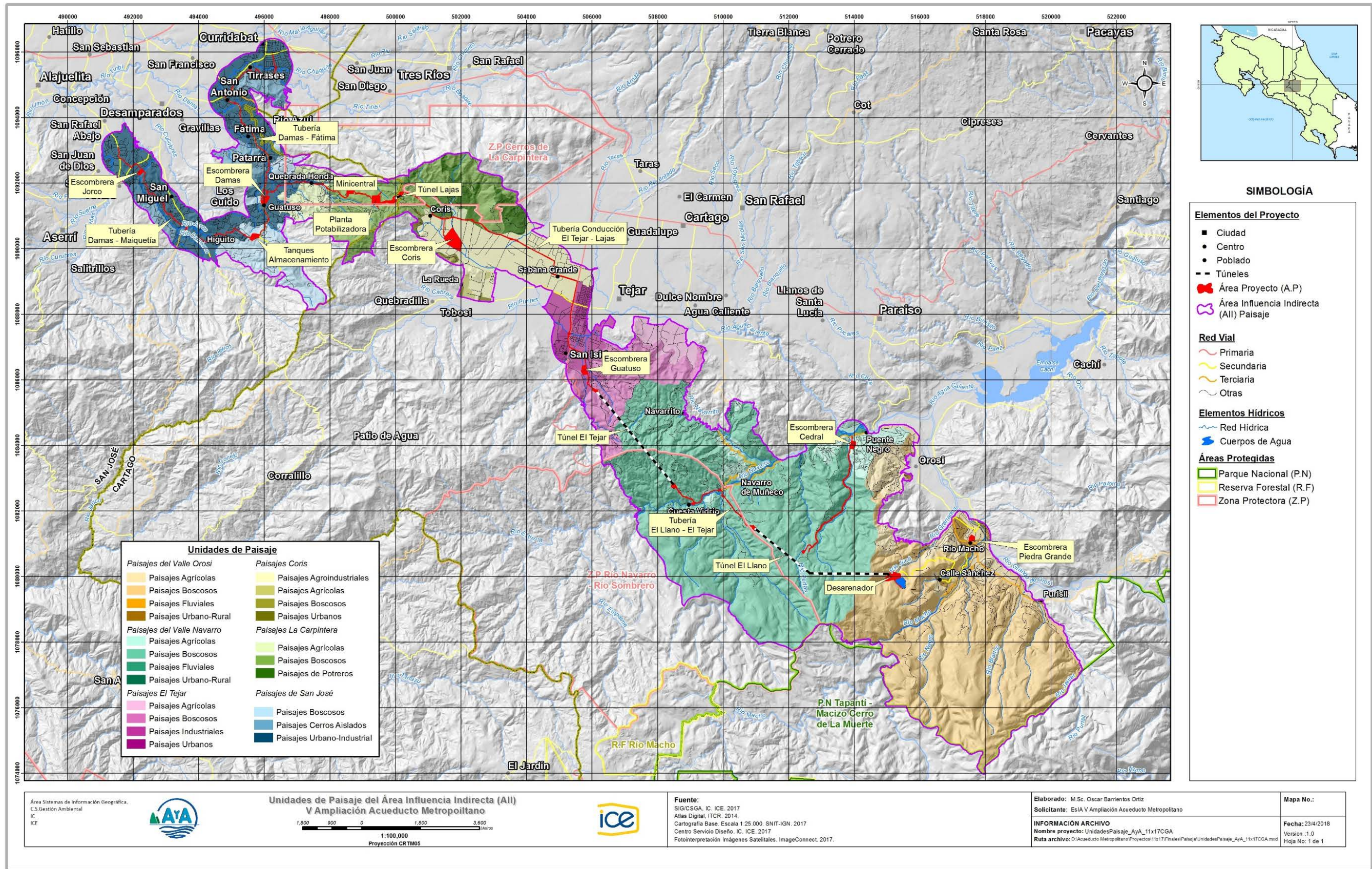


Figura 9.11.7. Unidades de Paisaje del Área de Influencia Indirecta.



## 9.12. Mapa de Áreas Socialmente Sensibles

Para la determinación de las áreas socialmente sensibles, el método de NBI identifica a los hogares y a sus miembros, que no alcanzan a satisfacer un conjunto de necesidades consideradas indispensables según niveles de bienestar aceptados como universales. Estos hogares se consideran en situación de carencias críticas y su caracterización es muy útil en el diseño, ejecución y evaluación de políticas que apunten a aliviar determinadas necesidades básicas. Mediante el uso de información censal es posible registrar con alto grado de detalle algunas necesidades básicas insatisfechas.

Es importante señalar que el cálculo de los indicadores permitió generar un mapa de carencias críticas diferenciado según área geográfica urbano-rural, tomando en consideración las condiciones propias en cada zona.

Se definieron cuatro dimensiones de análisis, a) acceso a albergue digno, b) acceso a vida saludable, c) acceso al conocimiento y d) acceso a otros bienes y servicios.

De acuerdo al análisis realizado, se tiene en el primer nivel de 0 a 4 hogares. En el segundo nivel, de 6 a 13 hogares, como se aprecia especialmente en Navarro El Muñeco y Arriba. En el tercer nivel, de 14 a 28 hogares, como en Orosi. En el cuarto nivel, de 29 a 62 hogares como en Río Macho y algunas zonas de Desamparados y finalmente, en el sexto nivel, de 63 a 165 hogares.

Según los datos generales, un 82% de los hogares, no presentan necesidades básicas insatisfechas. Un 15% de los hogares, presentan al menos una NBI. Mientras que 2,4 % presentan 2 NBI, 0,03% 3 NBI, y 0.01%, presentan 4 NBI.

A continuación se presentan los datos de forma gráfica en el mapa de áreas socialmente sensibles que se muestra en la Figura 9.12.1. En este se agrupan los datos según la cantidad de hogares por UGM con NBI.



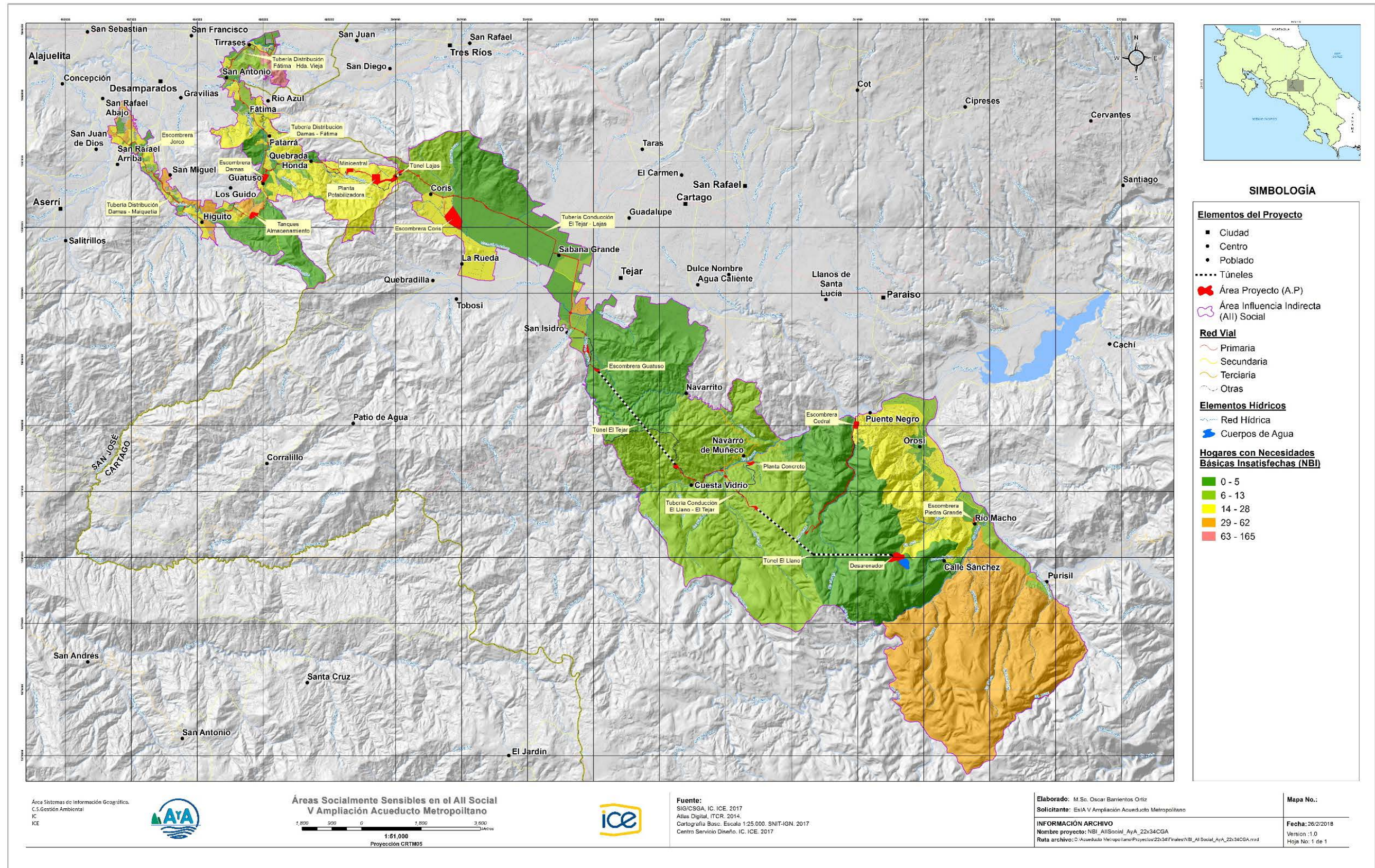


Figura 9.12.1. Mapa de Áreas socialmente sensibles.



## 10. Diagnóstico Ambiental

Se presenta a continuación los resultados más relevantes de la etapa del EsIA denominada Diagnóstico Ambiental.

En esta etapa se describen las actividades de proyecto que pueden dar lugar a impactos, así como los factores del ambiente físico, biológico y social que pueden ser impactados por las actividades de proyecto.

A partir del análisis de las interacciones potenciales entre ambos elementos, se identifican y describen los impactos que podrían ocurrir durante la fase de construcción y la fase de operación del PVAAM.

### 10.1. Acciones de Proyecto potencialmente impactantes

Las actividades de proyecto y la fase de proyecto en la que se desarrollarían, que podrían generar impactos al interactuar con los factores ambientales descritos más adelante, se indican en el Cuadro.10.1.1. En el Tomo XIII (capítulo 10) del informe técnico completo de EsIA, se puede leer la descripción en detalle de las actividades incluidas en el cuadro.

**Cuadro.10.1.1.** Lista de las actividades de proyecto potencialmente impactantes para cada fase del proyecto.

ID	Acción de proyecto	Fase de proyecto	
		Construcción	Operación
1	Adquisición de propiedades y pago de servidumbres	X	
2	Reclutamiento de personal	X	X
3	Establecimiento y manejo de escombreras	X	
4	Desmonte y limpieza	X	
5	Aprovechamiento de agua	X	X
6	Habilitación de servicio eléctrico	X	X
7	Excavación superficial. Movimientos de tierras superficiales	X	
8	Desvío de cursos de agua	X	
9	Excavación subterránea	X	
10	Elaboración de concretos	X	
11	Construcción y presencia de infraestructura	X	X
12	Uso de equipo y maquinaria	X	X
13	Presencia de personal	X	X
14	Acopio temporal de materiales excavados y de construcción	X	
15	Generación de residuos	X	X
16	Almacenamiento y uso de sustancias químicas	X	X
17	Funcionamiento del desarenador		X
18	Conducción, almacenamiento y distribución del agua		X
19	Funcionamiento de válvulas		X
20	Funcionamiento de la planta potabilizadora		X
21	Generación de electricidad		X

**Fuente:** Elaboración propia a partir del Cuadro 10.2.2, pág. 22, Tomo XIII, EsIA PVAAM, 2018.

## 10.2. Factos Ambientales potencialmente impactables

Los factores ambientales que podrían verse impactados al interactuar con las actividades de proyecto antes descritas, se indican en el Cuadro.10.2.1 al **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** En el Tomo XIII (capítulo 10) del informe técnico completo de EsIA, se puede leer la descripción en detalle de los factores ambientales incluidos en los cuadros citados.

**Cuadro.10.2.1.** Factores del Ambiente Físico susceptibles de ser modificados por los aspectos ambientales de las actividades impactantes.

ID	Factor Ambiental
1	Aguas subterráneas
2	Aguas superficiales
3	Aire
4	Geomorfología
5	Macizo rocoso
6	Suelo

**Fuente:** Elaboración propia a partir del Cuadro 10.2.3, pág. 22, Tomo XIII, EsIA PVAAM, 2018.

**Cuadro.10.2.2.** Factores del Ambiente Biológico susceptibles de ser modificados por los aspectos ambientales de las actividades impactantes.

ID	Factor Ambiental
1	Bosque
2	Herbazal arbolado
3	Matorral arbolado
4	Plantación forestal
5	Fauna silvestre terrestre
6	Ecosistema acuático

**Fuente:** Elaboración propia a partir del Cuadro 10.2.4, pág. 33, Tomo XIII, EsIA PVAAM, 2018.

**Cuadro.10.2.3.** Factores del Ambiente Socioeconómico susceptibles de ser modificados por los aspectos ambientales de las actividades impactantes.

ID	Factor Ambiental
1	Actividad económica
2	Actividades recreativas
3	Centros educativos
4	Dinámica vial
5	Empleo
6	Infraestructura
7	Población
8	Organización comunal
9	Salud
10	Seguridad
11	Servicios públicos
12	Sitios arqueológicos

ID	Factor Ambiental
13	Tenencia de la tierra
14	Uso del suelo
15	Uso social del agua
16	Vivienda
17	Paisaje

**Fuente:** Elaboración propia a partir del Cuadro 10.2.5, pág. 36, Tomo XIII, EsIA PVAAM, 2018.

### 10.3. Identificación & Pronóstico de Impactos

A partir de la interacción de las actividades de proyecto mencionadas en el apartado 10.1 con los factos ambientales indicados en el apartado 10.2, se identificaron, mediante la Matriz de Interacción que se muestra en el Anexo 18.3, los impactos listados a continuación, para cada uno de los ambientes analizados. En el Tomo XIII (capítulo 10) del informe técnico completo de EsIA, se puede leer la descripción en detalle de los impactos incluidos en los cuadros mostrados a continuación.

### 10.4. Impactos Ambientales & Sociales

Considerando los resultados derivados de la aplicación de la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales Potenciales a la que refiere el Anexo 18.3, se aporta en los apartados desarrollados a continuación, el nombre de cada uno de los impactos identificados sobre cada categoría o dimensión ambiental.

#### 10.4.1. Impactos sobre el Ambiente Físico

Los 59 impactos ambientales potenciales que podrían devenir de la interacción entre las actividades impactantes del PVAAM y los 6 factores del Ambiente Físico considerados en el análisis, se mencionan en el Cuadro.10.4.1.

**Cuadro.10.4.1.** Lista de impactos identificados sobre los factores del Ambiente Físico.

ID	Nombre del impacto	Código
1	Aumento de escorrentía y sedimentos por cambio en el uso del suelo	C2
2	Aumento de escorrentía y sedimentos por cambio en el uso del suelo	D2
3	Disminución de la disponibilidad del recurso hídrico	E2
4	Alteración de la carga natural de sedimentos	G2
5	Alteración de capacidad hidráulica de cauces	H2
6	Alteración de la carga natural de sedimentos	I2
7	Contaminación del agua superficial por residuos del proceso de elaboración de concretos	J2
8	Alteración de la escorrentía directa por cambio en el uso del suelo	K2
9	Contaminación del agua superficial por derrame de sustancias peligrosas	L2
10	Alteración de la carga natural de sedimentos	N2



<b>ID</b>	<b>Nombre del impacto</b>	<b>Código</b>
11	Contaminación del agua superficial por residuos	O2
12	Contaminación del agua superficial por derrame de sustancias peligrosas	P2
13	Alteración de la carga natural de sedimentos	Q2
14	Incrementos instantáneos de caudal por fugas o falla de tanques	R2
15	Incrementos instantáneos de caudal por mantenimiento	S2
16	Contaminación de aguas subterráneas por lixiviados de escombreras	C1
17	Alteración de zonas de recarga por desmonte y limpieza	D1
18	Incremento de la extracción de agua subterránea debido al aprovechamiento de la misma	E1
19	Alteración de acuíferos por excavaciones superficiales	G1
20	Alteración y contaminación de acuíferos por excavaciones subterráneas	I1
21	Contaminación de aguas subterráneas por elaboración de concretos	J1
22	Alteración de áreas de recarga por presencia de infraestructura.	K1
23	Contaminación de aguas subterráneas asociados a derrames de combustibles por accidente o uso de maquinaria.	L1
24	Contaminación de aguas subterráneas por lixiviación de residuos.	O1
25	Contaminación de aguas subterráneas por presencia de sustancias químicas	P1
26	Contaminación del aire por material particulado.	C3
27	Contaminación del aire por material particulado.	D3
28	Contaminación del aire por material particulado.	G3
29	Contaminación del aire por material particulado y generación de contaminación sónica.	I3
30	Contaminación del aire por material particulado y generación de contaminación sónica.	J3
31	Contaminación del aire por material particulado y generación de contaminación sónica.	K3
32	Contaminación del aire por material particulado y generación de contaminación sónica.	L3
33	Contaminación del aire por material particulado.	N3
34	Contaminación del aire por emisiones de gases.	O3
35	Contaminación del aire por emisiones de gases.	P3
36	Alteración de las formas del relieve producto del establecimiento y manejo de escombreras	C4
37	Alteración de la condición actual del relieve producto del proceso de excavación superficial	G4
38	Modificación de la dinámica actual de los cauces fluviales	H4
39	Modificación del relieve producto del acopio temporal de materiales excavados y de construcción	N4
40	Deformaciones e inestabilidad del macizo rocoso producto de la colocación de rellenos en escombreras	C5
41	Inestabilidad de masas rocosas por cambios topográficos en el relieve	G5
42	Inestabilidad de masas rocosas por procesos de erosión	H5
43	Inestabilidad de masas rocosas por excavaciones subterráneas	I5
44	Contaminación de macizo rocoso por elaboración de concretos	J5

ID	Nombre del impacto	Código
45	Deformaciones e inestabilidad de masas rocosas producto de la colocación de cargas externas	K5
46	Contaminación de macizo rocoso asociado a derrames de combustibles por accidente o uso de maquinaria.	L5
47	Contaminación de macizo rocoso por lixiviación de residuos.	O5
48	Contaminación de macizo rocoso por presencia de sustancias químicas	P5
49	Deformaciones e inestabilidad del suelo producto de la colocación de rellenos en escombreras	C6
50	Inestabilidad de masas de suelo por alteración de su estructura física	D6
51	Inestabilidad de masas de suelo por cambios topográficos en el relieve	G6
52	Inestabilidad de masas de suelo por procesos de erosión	H6
53	Inestabilidad de masas de suelo por excavaciones subterráneas	I6
54	Contaminación del suelo por derrames de concreto, durante la fase de elaboración	J6
55	Deformaciones e inestabilidad del suelo producto de la colocación de cargas externas	K6
56	Derrames de combustibles al suelo por el uso de equipo y maquinaria	L6
57	Modificación de las propiedades del suelo por el acopio temporal de materiales excavados y de construcción	N6
58	Contaminación del suelo por la separación y almacenamiento de residuos.	O6
59	Contaminación del suelo por el derrame de sustancias químicas durante la fases de almacenamiento y uso.	P6

#### 10.4.2. Impactos sobre el Ambiente Biológico

Los 38 impactos ambientales potenciales que podrían devenir de la interacción entre las actividades impactantes del PVAAM y los 6 factores del Ambiente Biológico considerados en el análisis, se mencionan en el Cuadro.10.4.2.

**Cuadro.10.4.2.** Lista de impactos identificados sobre los factores del Ambiente Biológico.

ID	Nombre del impacto	Código
1	Disminución de la cobertura boscosa.	D7
2	Extracción ilegal de flora silvestre en áreas boscosas.	M7
3	Disminución en la cobertura de herbazal arbolado.	D8
4	Extracción ilegal de flora silvestre en áreas de herbazal arbolado.	M8
5	Disminución en la cobertura de matorral arbolado.	D9
6	Extracción ilegal de flora silvestre en áreas de matorral arbolado.	M9
7	Disminución en la cobertura de plantación forestal	D10
8	Extracción ilegal de flora silvestre en áreas de plantaciones forestales.	M10
9	Creación de hábitats potenciales para la fauna silvestre terrestre	C11
10	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre por la pérdida parcial o total de su hábitat	D11
11	Reducción potencial de las fuentes de agua para la fauna silvestre terrestre	E11

ID	Nombre del impacto	Código
12	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre por la habilitación del servicio eléctrico	F11
13	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre	G11
14	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre	I11
15	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre	J11
16	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre	K11
17	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre	L11
18	Aumento de la extracción y cautiverio ilegal de fauna silvestre terrestre	M11
19	Creación de hábitats temporales para la fauna silvestre terrestre	N11
20	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre	O11
21	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre	P11
22	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre	R11
23	Aumento de la mortalidad de algunos individuos de fauna silvestre terrestre por electrocución	U11
24	Aumento de la concentración de sedimentos en ecosistema acuático	C12
25	Aumento de la concentración de materia orgánica vegetal (restos de material vegetal y suelo) dentro del ecosistema acuático	D12
26	Reducción del caudal de agua disponible para el ecosistema acuático	E12
27	Aumento de la concentración de sedimentos en ecosistema acuático	G12
28	Alteración y reducción del hábitat del ecosistema acuático	H12
29	Aumento de la concentración de sedimentos en ecosistema acuático	I12
30	Aumento de la concentración de concretos y aditivos en ecosistema acuático	J12
31	Alteración y reducción del hábitat del ecosistema acuático	K12
32	Alteración y reducción del hábitat del ecosistema acuático	L12
33	Alteración de la biodiversidad del ecosistema acuático	M12
34	Alteración y reducción del hábitat del ecosistema acuático	N12
35	Alteración y contaminación de ecosistema acuático por residuos	O12
36	Aumento de la concentración de sustancias químicas peligrosas en el ecosistema acuático	P12
37	Aumento de la concentración de sedimentos en el ecosistema acuático	Q12
38	Aumento del caudal de agua disponible para el ecosistema acuático	S12

#### 10.4.3. Impactos sobre el Ambiente Socioeconómico

Los 101 impactos ambientales potenciales que podrían devenir de la interacción entre las actividades impactantes del PVAAM y los 17 factores del Ambiente Socioeconómico considerados en el análisis, se mencionan en el Cuadro.10.4.3.

**Cuadro.10.4.3.** Lista de impactos identificados sobre los factores del Ambiente Socioeconómico.

<b>N°</b>	<b>Nombre del impacto</b>	<b>Código</b>
1	Limitación de la actividad económica por compra de propiedades y/o el establecimiento de limitaciones de uso por adquisición de servidumbres	A13
2	Afectación de actividades productivas por deposición de partículas en suspensión durante el manejo de las escombreras	C13
3	Afectación a cultivos por depositación de partículas en suspensión durante el desmonte y limpieza	D13
4	Disminución del caudal disponible del servicio de agua para el desarrollo adecuado de actividades económicas	E13
5	Crecimiento de actividades económicas	F13
6	Menoscabo de actividades económicas por labores de excavación superficial	G13
7	Incremento de la actividad económica por mejoras en la infraestructura vial	K13
8	Dinamización de la economía local por el alquiler de equipo y maquinaria	L13
9	Aumento en la dinámica económica por presencia de personal	M13
10	Obstrucción temporal de acceso a locales comerciales	N13
11	Mejoras en el suministro de agua para las actividades económicas locales producto de aumento de caudal en el sistema de agua de la GAM	R13
12	Disminución de los efectos negativos en la producción y comercialización de mercancías y servicios asociadas al racionamiento de agua	T13
13	Mejora en la estabilidad del sistema eléctrico de distribución comercial e industrial generado por el aporte adicional de electricidad	U13
14	Limitación de la actividad recreativa por compra de propiedades y/o el establecimiento de limitaciones de uso por inscripción de servidumbres	A14
15	Afectación a actividades recreativas por el polvo generado durante el desmonte y limpieza	D14
16	Limitación de actividades recreativas	G14
17	Afectación a actividades recreativas relacionadas a cursos de agua	H14
18	Limitación de actividades recreativas por mejoras en la infraestructura vial	K14
19	Afectación a fuentes de agua utilizada para fines recreativos en Río Macho	Q14
20	Interrupción de actividades académicas por labores de excavación superficial	G15
21	Afectación a centros educativos por las labores constructivas (daños por obras colindantes)	K15
22	Afectación a las actividades escolares por el ruido de la maquinaria.	L15
23	Interrupción fija u ocasional del flujo vehicular continuo de vías por obras de excavación superficial	G16
24	Afectación a la circulación vial por la construcción de obras	K16
25	Afectación del flujo vehicular diario por el tránsito y operación de equipo y maquinaria	L16
26	Obstrucción temporal de vías	N16
27	Afectación a la infraestructura vial por fallos en el sistema de conducción, almacenamiento y distribución del agua	R16
28	Pérdida de puestos de trabajo por compra de propiedades y/o el establecimiento de limitaciones de uso por inscripción de servidumbres	A17
29	Movilidad interna de personas para laborar en el proyecto	B17
30	Generación de empleo indirecto	M17

<b>N°</b>	<b>Nombre del impacto</b>	<b>Código</b>
31	Mejora en la cobertura del servicio por la ampliación de la red eléctrica local	F18
32	Afectación a infraestructura pública	G18
33	Mejoras en la infraestructura vial	K18
34	Daños a la infraestructura vial por el tránsito de equipo y maquinaria	L18
35	Mejoras en el sistema de conducción, almacenamiento y distribución del agua en el GAM	R18
36	Movilidad interna de personas para laborar en el proyecto	B19
37	Demanda de contratación de personal local en etapa constructiva	B20
38	Malestar de organizaciones comunales por reducción o pérdida de áreas forestales sensibles	D20
39	Demanda de nuevos servicios eléctricos	F20
40	Malestar comunal por afectación a la dinámica diaria asociada a las excavaciones superficiales	G20
41	Malestar comunal por afectación a la dinámica diaria asociada a las excavaciones subterráneas	I20
42	Malestar comunal por la construcción de infraestructura	K20
43	Malestar de las organizaciones por el deterioro de la red vial	L20
44	Malestar comunal por obstrucción de vías	N20
45	Incremento de conflictos sociales por la demanda de acceso al recurso hídrico	R20
46	Aumento en la demanda de servicios de salud local para la contratación del personal	B21
47	Afectación de los determinantes ambientales de la salud por presencia de partículas en suspensión resultantes del manejo de escombreras	C21
48	Afectación de los determinantes ambientales de la salud por presencia de partículas en suspensión resultantes del desmonte y limpieza	D21
49	Afectación a la salud por contaminación del aire	G21
50	Aumento del factor de percepción de amenaza asociada a la acústica del uso de explosivos	I21
51	Afectación a los determinantes ambientales de la salud por ruido y polvo producto de la elaboración de concretos	J21
52	Alteración de los determinantes ambientales de la salud del modelo de comunidad terapéutica para menores en situación de riesgo en el Centro R.E.N.A.C.E.R.	K21
53	Afectación de los determinantes ambientales de la salud por uso de equipo y maquinaria de los procesos constructivos	L21
54	Incremento en la demanda de los servicios de salud por presencia de personal	M21
55	Afectación a la salud por presencia de material particulado	N21
56	Afectación a la salud por inadecuada gestión de residuos	O21
57	Afectación a la salud por accidentes ocasionados por el inadecuado almacenamiento y uso de sustancias químicas	P21
58	Mejora en la salud pública por mayor cobertura del servicio de agua potable	R21
59	Mejora de las condiciones físico químicas del agua para ser apta para consumo humano dentro del GAM	T21
60	Aumento en la incidencia de accidentes viales	G22
61	Temor de la población por activación de fallas locales por el uso de explosivos	I22



<b>N°</b>	<b>Nombre del impacto</b>	<b>Código</b>
62	Afectación a la seguridad comunal por utilización de puente tubo para cruzar el río Tiribí	K22
63	Incremento de los accidentes de tránsito por la circulación de maquinaria pesada	L22
64	Faltas al código de comportamiento laboral de los trabajadores de las obras	M22
65	Incremento de accidentes viales por colisiones	N22
66	Aumento de la demanda por el servicio local de recolección de residuos sólidos no valorizables	O22
67	Afectación a la seguridad por el uso y almacenamiento de explosivos.	P22
68	Competencia por el caudal disponible del servicio de agua potable para la población	E23
69	Mayor cobertura del servicio eléctrico	F23
70	Afectación a infraestructura asociada a servicios públicos	G23
71	Aumento en la demanda de los servicios públicos	I23
72	Incremento en la cobertura de los servicios públicos generado por el desarrollo de infraestructura necesaria para la construcción de obras	K23
73	Incremento en la demanda de servicios públicos por aumento de usuarios	M23
74	Aumento de la capacidad y calidad del suministro de agua de consumo	R23
75	Mejora en la cobertura del servicio de agua	U23
76	Destrucción de Patrimonio Arqueológico por colocación de material	C24
77	Destrucción de Patrimonio Arqueológico por remoción de matriz del suelo	D24
78	Destrucción al Patrimonio Cultural	G24
79	Huaqueo de sitios arqueológicos por personal del proyecto	M24
80	Cambio en el patrón de tenencia de la tierra por compra de propiedades y/o el establecimiento de limitaciones de uso por inscripción de servidumbres	A25
81	Cambio en el uso agropecuario del suelo	C26
82	Cambio en el uso del suelo en área específica de la Zona Protectora Cerros de La Carpintera	K26
83	Limitación del uso social del agua debido a contaminación derivada de manejo de escombreras	C27
84	Afectación al abastecimiento y acceso del recurso hídrico	G27
85	Limitación de usos sociales del agua asociada a la excavación subterránea	I27
86	Contaminación del agua por filtración de sedimentos	J27
87	Pérdida de calidad del agua para usos sociales por uso de sustancias químicas	P27
88	Mejora en la cobertura del servicio de agua	R27
89	Mejora de las facilidades para la construcción y habitación de nuevos proyectos residenciales	F28
90	Limitación de acceso a las viviendas por excavación superficial	G28
91	Afectación a viviendas por vibraciones	I28
92	Aumento de colisiones vehiculares por vivienda ubicada en curva de ingreso a Finca El Cedral	K28
93	Alteración de la calidad del paisaje asociado al establecimiento y manejo de escombreras	C29
94	Alteración de la calidad del paisaje por la remoción de coberturas	D29

N°	Nombre del impacto	Código
95	Alteración de la condición actual del paisaje producto de la habilitación del servicio eléctrico	F29
96	Alteración de la calidad del paisaje producto de los procesos de excavación superficial	G29
97	Alteración de la calidad intrínseca del paisaje producto de la variación del curso natural del río	H29
98	Afectación de la calidad intrínseca del paisaje por la incorporación de nuevos elementos artificiales	K29
99	Alteración de la calidad intrínseca del paisaje producto del acopio temporal de materiales excavados y de construcción	N29
100	Alteración de la calidad intrínseca del paisaje producto de la inapropiada gestión de los residuos	O29
101	Alteración de la calidad escénica del paisaje del río Macho, producto del funcionamiento del Desarenador	Q29

### 10.5. Mapa de Susceptibilidad Ambiental Integral versus Componentes del Proyecto

Considerando los resultados de la caracterización ambiental plasmados en los Capítulos 7, 8 y 9, así como los derivados del diagnóstico ambiental que se detallan en los apartados anteriores a este, en el presente resumen del Capítulo 10 del EsIA, se elaboró el denominado “*Mapa de Susceptibilidad Ambiental integral versus componentes del Proyecto*” que se muestra en la Figura 10.5.1.

Atendiendo el requerimiento de la SETENA indicado en el ítem 10.7 del Anexo 1 del Manual de EIA-Parte VI (Decreto Ejecutivo N° 32966-MINAE), este mapa ha sido derivado de la integración de los tres mapas descritos a continuación, cada uno de los cuales se incluyó en los capítulos de cita, en el informe técnico integral del EsIA.

1. Mapa de Susceptibilidad a las Amenazas Naturales (Capítulo 7).
2. Mapa de Características Biológicas (Capítulo 8).
3. Mapa de Áreas Socialmente Sensibles (Capítulo 9).

En este mapa se representan las zonas con distinto grado o nivel de susceptibilidad del Área de Influencia Indirecta (AII) del proyecto ante los diferentes tipos de amenaza física (sísmica, cercanía a fallas, deslizamientos, licuefacción y áreas de inundación), vulnerabilidad social y susceptibilidad biológica.

Cada una de las variables que conforman estos mapas, se reclasificaron según el nivel de amenaza, vulnerabilidad y susceptibilidad (según corresponda), en tres categorías: Alta, Moderada y Baja.

A partir de esto, para cada variable se realizó la sobreposición de estas categorías conformado así los mapas respectivos, en donde la clasificación “Alta” (aquellas que tienen una mayor importancia) es la que se muestra en primer plano, sobrepuestas en las otras clasificaciones, proceso que se repite con las otras dos categorías, siendo la clasificación “Baja” la de menor importancia.

Una vez obtenidos los mapas, se calculó el área de representación (extensión) de cada uno de ellos en el AII del proyecto, con lo cual se obtuvo el porcentaje de cobertura y el respectivo factor de ponderación que se utilizará para asignar los pesos a cada componente, al momento de realizar la combinación geoespacial de la información, según se muestra en el Cuadro.10.5.1.

**Cuadro.10.5.1.** Porcentaje de cada componente y su extensión en el AII del proyecto.

<b>Componente</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Factor Ponderación</b>
Biológico	2927.984	19.25	0.2
Social	12413.64	81.61	0.8
Física	15211.784	100	1.0

Según el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, el Ambiente Físico es el que presenta una cobertura del 100% del AII, por lo que su factor de ponderación será igual a 1.0 y de esta forma, será el mapa que tenga el mayor peso o importancia durante el proceso de combinación de los mapas.

Por otra parte, el Ambiente Biológico es el de menor representación, aproximadamente un 19,25% del AII, por lo que su factor de ponderación será igual a 0.2, lo que significa que a la hora de realizar el álgebra de mapas este componente será el que presente un menor peso.

El mapa resultante de la combinación antes descrita, se muestra en la Figura 10.5.1.



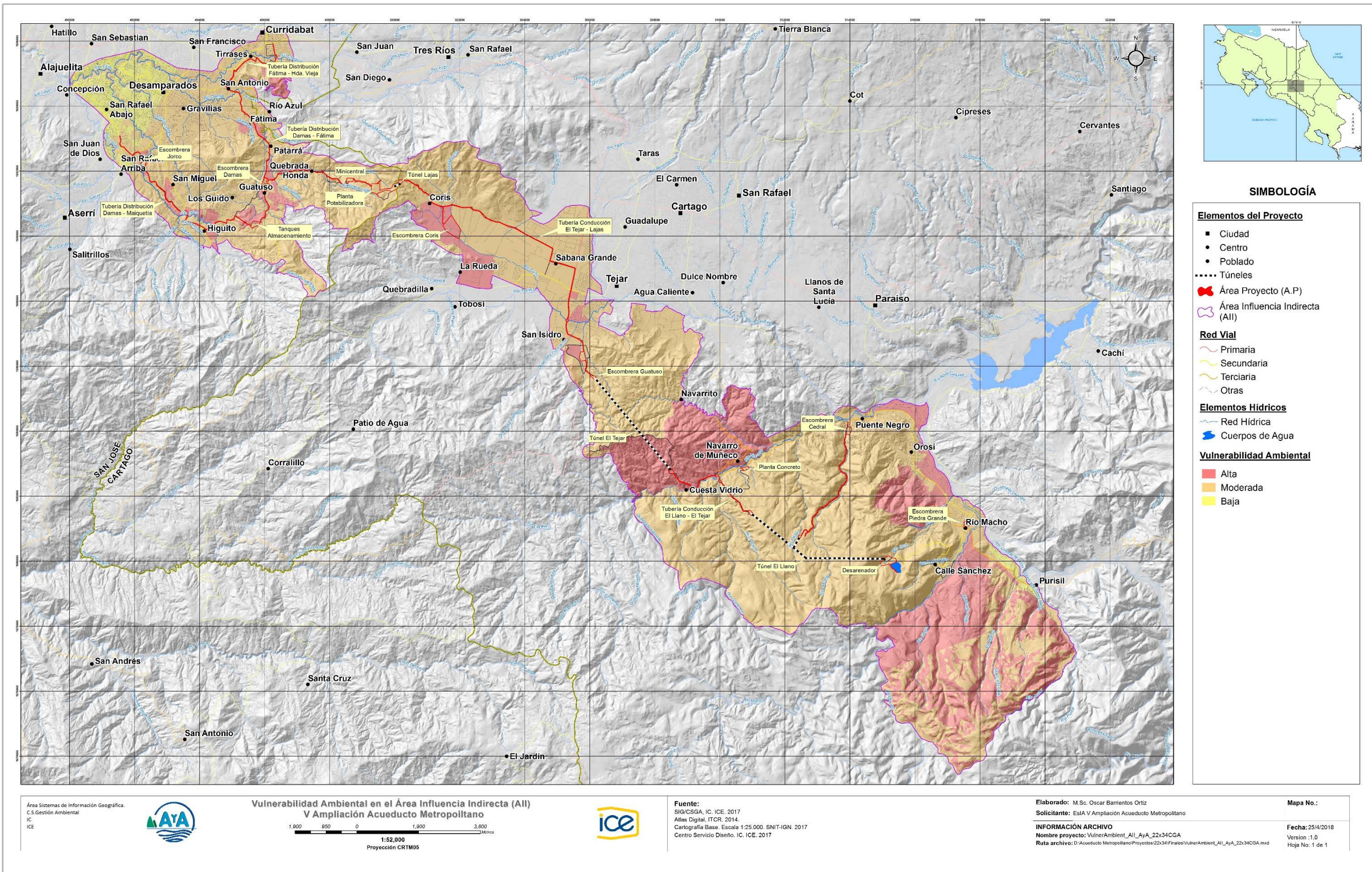


Figura 10.5.1. Mapa de susceptibilidad ambiental integral versus componentes del proyecto.



## 11. Evaluación de Impactos Ambientales & Medidas Correctivas

Se describen a continuación, los resultados de la valoración de la Importancia (I) de cada uno de los 198 impactos identificados, así como las medidas correctoras (MC) propuestas para aquellos cuyo valor (I) resultó igual o superior a 25 unidades de la Matriz de Importancia de Impacto Ambiental (MIIA).

### 11.1. Valoración Cualitativa de Impactos Ambientales

Los resultados de la valoración de la Importancia (I) de impacto se detallan en los cuadros resumen incluidos en los siguientes apartados. Para conocer el detalle de la valoración realizada a cada uno de los 11 atributos considerados en la valoración cualitativa de cada impacto, el lector debe remitirse a los Tomos XIV y XV del informe técnico integral del EsIA del PVAAM.

En los apartados desarrollados a continuación, se presentan los resultados de la valoración específica para cada uno de los impactos identificados por categoría o dimensión ambiental, con el respectivo valor determinado para cada atributo.

La escala de colores con la que se identifica el valor de Importancia dado a cada impacto, permite comprender su nivel de relevancia, según la simbología de uso del color que se describe en el Cuadro.11.1.1.

**Cuadro.11.1.1.** Escala de color para interpretar el Valor de Importancia (I) del impacto y en razón de este, la necesidad o no de aplicación de medidas correctoras.

<b>Importancia</b>	<b>INTERPRETACION</b>	<b>RECOMENDACIÓN O DICTAMEN</b> (de cara a la necesidad de plantear o no Medidas Correctoras -MC-)
<b>BAJO</b>	Impacto bajo	No se justifica aplicar MC para potenciarlo.
<b>MEDIO</b>	Impacto medio	Es posible aplicar MC para potenciarlo.
<b>ALTO</b>	Impacto alto	Es posible aplicar MC para potenciarlo.
<b>MUY ALTO</b>	Impacto muy alto	Es posible aplicar MC para potenciarlo.
<b>IRRELEVANTE</b>	Impacto irrelevante	No requiere aplicación de MC.
<b>MODERADO</b>	Impacto moderado	Aplicar MC acorde a la calificación.
<b>SEVERO</b>	Impacto severo	Aplicar MC acorde a la calificación.
<b>CRITICO</b>	Impacto critico	Aplicar MC acorde a la calificación.

### 11.1.2. Valoración de impactos sobre el Ambiente Físico

Para el caso del Ambiente Físico, de los 59 impactos potenciales identificados, la totalidad correspondió a impactos de signo negativo, con un valor general de importancia que asciende a los -2456 unidades MIIA.

El valor de Importancia para cada uno de los 59 impactos que podrían afectar los 6 factores del Ambiente Físico, se indica en el Cuadro.11.1.2.

Los impactos han sido ordenados de mayor a menor valor de Importancia (I), a efecto de facilitarle al lector cuáles serían los impactos de mayor relevancia (significancia), de ahí que el número indicado en la columna rotulada como "ID" no muestre el mismo orden secuencial que aparece indicado en los cuadros incluidos en el apartado 10.4.1.



**Cuadro.11.1.2.** Valor de Importancia (I) de los impactos identificados que inciden sobre factores del Ambiente Físico.

ID	Nombre del impacto	Código	(I)
58	Contaminación del suelo por la separación y almacenamiento de residuos.	O6	-90
59	Contaminación del suelo por el derrame de sustancias químicas durante la fases de almacenamiento y uso.	P6	-90
11	Contaminación del agua superficial por residuos	O2	-82
9	Contaminación del agua superficial por derrame de sustancias peligrosas	L2	-77
46	Contaminación de macizo rocoso asociado a derrames de combustibles por accidente o uso de maquinaria.	L5	-73
56	Derrames de combustibles al suelo por el uso de equipo y maquinaria	L6	-73
32	Contaminación del aire por material particulado y generación de contaminación sónica.	L3	-66
30	Contaminación del aire por material particulado y generación de contaminación sónica.	J3	-62
31	Contaminación del aire por material particulado y generación de contaminación sónica.	K3	-62
12	Contaminación del agua superficial por derrame de sustancias peligrosas	P2	-61
28	Contaminación del aire por material particulado.	G3	-61
33	Contaminación del aire por material particulado.	N3	-61
20	Alteración y contaminación de acuíferos por excavaciones subterráneas	I1	-58
27	Contaminación del aire por material particulado.	D3	-58
47	Contaminación de macizo rocoso por lixiviación de residuos.	O5	-58
48	Contaminación de macizo rocoso por presencia de sustancias químicas	P5	-58
7	Contaminación del agua superficial por residuos del proceso de elaboración de concretos	J2	-56
29	Contaminación del aire por material particulado y generación de contaminación sónica.	I3	-54
35	Contaminación del aire por emisiones de gases.	P3	-51
21	Contaminación de aguas subterráneas por elaboración de concretos	J1	-45
23	Contaminación de aguas subterráneas asociados a derrames de combustibles por accidente o uso de maquinaria.	L1	-45
24	Contaminación de aguas subterráneas por lixiviación de residuos.	O1	-45
25	Contaminación de aguas subterráneas por presencia de sustancias químicas	P1	-45
36	Alteración de las formas del relieve producto del establecimiento y manejo de escombreras	C4	-45
37	Alteración de la condición actual del relieve producto del proceso de excavación superficial	G4	-43
5	Alteración de capacidad hidráulica de cauces	H2	-42
54	Contaminación del suelo por derrames de concreto, durante la fase de elaboración	J6	-41
34	Contaminación del aire por emisiones de gases.	O3	-40
26	Contaminación del aire por material particulado.	C3	-39

ID	Nombre del impacto	Código	(I)
52	Inestabilidad de masas de suelo por procesos de erosión	H6	-38
39	Modificación del relieve producto del acopio temporal de materiales excavados y de construcción	N4	-37
4	Alteración de la carga natural de sedimentos	G2	-35
19	Alteración de acuíferos por excavaciones superficiales	G1	-31
44	Contaminación de macizo rocoso por elaboración de concretos	J5	-30
45	Deformaciones e inestabilidad de masas rocosas producto de la colocación de cargas externas	K5	-29
50	Inestabilidad de masas de suelo por alteración de su estructura física	D6	-29
55	Deformaciones e inestabilidad del suelo producto de la colocación de cargas externas	K6	-29
17	Alteración de zonas de recarga por desmonte y limpieza	D1	-28
10	Alteración de la carga natural de sedimentos	N2	-27
16	Contaminación de aguas subterráneas por lixiviados de escombreras	C1	-27
43	Inestabilidad de masas rocosas por excavaciones subterráneas	I5	-27
53	Inestabilidad de masas de suelo por excavaciones subterráneas	I6	-27
6	Alteración de la carga natural de sedimentos	I2	-26
42	Inestabilidad de masas rocosas por procesos de erosión	H5	-26
3	Disminución de la disponibilidad del recurso hídrico	E2	-24
8	Alteración de la escorrentía directa por cambio en el uso del suelo	K2	-24
22	Alteración de áreas de recarga por presencia de infraestructura.	K1	-24
2	Aumento de escorrentía y sedimentos por cambio en el uso del suelo	D2	-23
13	Alteración de la carga natural de sedimentos	Q2	-23
18	Incremento de la extracción de agua subterránea debido al aprovechamiento de la misma	E1	-23
40	Deformaciones e inestabilidad del macizo rocoso producto de la colocación de rellenos en escombreras	C5	-23
41	Inestabilidad de masas rocosas por cambios topográficos en el relieve	G5	-23
49	Deformaciones e inestabilidad del suelo producto de la colocación de rellenos en escombreras	C6	-23
51	Inestabilidad de masas de suelo por cambios topográficos en el relieve	G6	-23
57	Modificación de las propiedades del suelo por el acopio temporal de materiales excavados y de construcción	N6	-20
1	Aumento de escorrentía y sedimentos por cambio en el uso del suelo	C2	-19
14	Incrementos instantáneos de caudal por fugas o falla de tanques	R2	-19
15	Incrementos instantáneos de caudal por mantenimiento	S2	-19
38	Modificación de la dinámica actual de los cauces fluviales	H4	-19

Si se excluyen del balance los impactos cuyo valor de Importancia resultó con una calificación inferior a 25 unidades MIIA ( $I < 25$  unidades MIIA), lo que corresponde a 15 impactos negativos calificados como Irrelevantes, cuyo valor conjunto de importancia suma -329 unidades MIIA, el balance de resultados considerando únicamente los impactos significativos quedaría como se muestra en el Cuadro.11.1.3.

**Cuadro.11.1.3.** Resumen de la importancia y cantidad total de impactos identificados para el Ambiente Físico, excluyendo los Impactos con valor de Importancia (I) < 25 unidades MIIA.

<b>Naturaleza</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Importancia total</b>	<b>Cantidad</b>
Negativos	Crítico	-339	4
	Severo	-912	15
	Moderado	-876	25
	Irrelevante	0	0
<b>Subtotal 1: Negativos</b>		<b>-2127</b>	<b>44</b>
Positivos	Muy alto	0	0
	Alto	0	0
	Medio	0	0
	Bajo	0	0
<b>Subtotal 2: Positivos</b>		<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Balance inicial</b>		<b>-2127</b>	<b>44</b>

En cuanto a los impactos identificados sobre el Ambiente Físico, la evaluación realizada determinó que 15 de los 59 impactos identificados para esta categoría ambiental, se calificaron como Irrelevantes (I < 25 unidades MIIA), de manera que los que requerirán de la aplicación de medidas correctoras (impactos negativos) serían un total de 44. El 42,4% (25) corresponde a impactos Moderados, un 25,4% (15) serían impactos Severos y solamente un 6,8% (4) referirían a impactos Críticos.

Para esta categoría ambiental no se identificó ningún impacto positivo.

### 11.1.3. Valoración de impactos sobre el Ambiente Biológico

Para el caso del Ambiente Biológico, de los 38 impactos potenciales identificados, 36 correspondieron a impactos de signo negativo, con un valor general de importancia que asciende a los -1738 unidades MIIA y 2 correspondieron a impactos de signo positivo, con un valor general de importancia de 68 unidades MIIA.

El valor de Importancia para cada uno de los 38 impactos que podrían afectar los 6 factores del Ambiente Biológico, se indica en el Cuadro.11.1.4.

Los impactos han sido ordenados de mayor a menor valor de Importancia (I), a efecto de facilitarle al lector cuáles serían los impactos de mayor relevancia (significancia), de ahí que el número indicado en la columna rotulada como "ID" no muestre el mismo orden secuencial que aparece indicado en los cuadros incluidos en el apartado 10.4.1.

**Cuadro.11.1.4.** Valor de Importancia (I) de los impactos identificados que inciden sobre factores del Ambiente Biológico.

<b>ID</b>	<b>Nombre del impacto</b>	<b>Código</b>	<b>(I)</b>
1	Disminución de la cobertura boscosa.	D7	-80
3	Disminución en la cobertura de herbazal arbolado.	D8	-78
5	Disminución en la cobertura de matorral arbolado.	D9	-78

ID	Nombre del impacto	Código	(I)
7	Disminución en la cobertura de plantación forestal	D10	-76
10	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre por la pérdida parcial o total de su hábitat	D11	-76
30	Aumento de la concentración de concretos y aditivos en ecosistema acuático	J12	-68
36	Aumento de la concentración de sustancias químicas peligrosas en el ecosistema acuático	P12	-63
17	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre	L11	-62
28	Alteración y reducción del hábitat del ecosistema acuático	H12	-62
12	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre por la habilitación del servicio eléctrico	F11	-58
13	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre	G11	-55
16	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre	K11	-52
26	Reducción del caudal de agua disponible para el ecosistema acuático	E12	-52
35	Alteración y contaminación de ecosistema acuático por residuos	O12	-49
23	Aumento de la mortalidad de algunos individuos de fauna silvestre terrestre por electrocución	U11	-48
31	Alteración y reducción del hábitat del ecosistema acuático	K12	-48
32	Alteración y reducción del hábitat del ecosistema acuático	L12	-46
34	Alteración y reducción del hábitat del ecosistema acuático	N12	-46
14	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre	I11	-44
18	Aumento de la extracción y cautiverio ilegal de fauna silvestre terrestre	M11	-43
33	Alteración de la biodiversidad del ecosistema acuático	M12	-43
11	Reducción potencial de las fuentes de agua para la fauna silvestre terrestre	E11	-42
20	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre	O11	-41
15	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre	J11	-39
2	Extracción ilegal de flora silvestre en áreas boscosas.	M7	-38
21	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre	P11	-38
25	Aumento de la concentración de materia orgánica vegetal (restos de material vegetal y suelo) dentro del ecosistema acuático	D12	-34
6	Extracción ilegal de flora silvestre en áreas de matorral arbolado.	M9	-33
22	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre	R11	-33
27	Aumento de la concentración de sedimentos en ecosistema acuático	G12	-32
29	Aumento de la concentración de sedimentos en ecosistema acuático	I12	-32
37	Aumento de la concentración de sedimentos en el ecosistema acuático	Q12	-32
38	Aumento del caudal de agua disponible para el ecosistema acuático	S12	-32
24	Aumento de la concentración de sedimentos en ecosistema acuático	C12	-31
4	Extracción ilegal de flora silvestre en áreas de herbazal arbolado.	M8	-30
8	Extracción ilegal de flora silvestre en áreas de plantaciones forestales.	M10	-24
19	Creación de hábitats temporales para la fauna silvestre terrestre	N11	33
9	Creación de hábitats potenciales para la fauna silvestre terrestre	C11	35

Si se excluyen del balance los impactos cuyo valor de Importancia resultó con una calificación inferior a 25 unidades MIIA ( $I < 25$  unidades MIIA), lo que corresponde a 1 impacto negativo calificado como Irrelevante, cuyo valor conjunto de importancia suma -24 unidades MIIA, el balance de resultados considerando únicamente los impactos significativos quedaría como se muestra en el Cuadro.11.1.5.

**Cuadro.11.1.5.** Resumen de la importancia y cantidad total de impactos identificados para el Ambiente Biológico, excluyendo los Impactos con valor de Importancia ( $I$ ) < 25 unidades MIIA.

<b>Naturaleza</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Importancia total</b>	<b>Cantidad</b>
Negativos	Crítico	-388	5
	Severo	-472	8
	Moderado	-854	22
	Irrelevante	0	0
<b>Subtotal 1: Negativos</b>		<b>-1714</b>	<b>35</b>
Positivos	Muy alto	0	0
	Alto	0	0
	Medio	68	2
	Bajo	0	0
<b>Subtotal 2: Positivos</b>		<b>68</b>	<b>2</b>
<b>Balance inicial</b>		<b>-1646</b>	<b>37</b>

En cuanto a los impactos identificados sobre el Ambiente Biológico, la evaluación realizada determinó que únicamente 1 de los 38 impactos identificados para esta categoría ambiental, se calificó como Irrelevante ( $I < 25$  unidades MIIA), de manera que los que requerirán de la aplicación de medidas correctoras (impactos negativos) serían un total de 35. El 57,9% (22) corresponde a impactos Moderados, un 21,1% (8) serían impactos Severos y un 13,2% (5) referirían a impactos Críticos.

Para esta categoría ambiental se identificaron 2 impactos positivos (5,2%), que podrían ser objeto de MC de Potenciación, si el desarrollador lo considera necesario.

#### 11.1.4. Valoración de impactos sobre el Ambiente Socioeconómico

Para el caso del Ambiente Socioeconómico, de los 101 impactos potenciales identificados, 78 correspondieron a impactos de signo negativo, con un valor general de importancia que asciende a los -3571 unidades MIIA y 23 correspondieron a impactos de signo positivo, con un valor general de importancia de 1131 unidades MIIA.

El valor de Importancia para cada uno de los 101 impactos que podrían afectar los 17 factores del Ambiente Socioeconómico, se indica en el Cuadro.11.1.6 (impactos negativos) y en el 0 (impactos positivos).

Los impactos han sido ordenados de mayor a menor valor de Importancia ( $I$ ), a efecto de facilitarle al lector cuáles serían los impactos de mayor relevancia (significancia), de ahí que el número indicado en la columna rotulada como "ID" no muestre el mismo orden secuencial que aparece indicado en los cuadros incluidos en el apartado 10.4.1.



**Cuadro.11.1.6.** Valor de Importancia (I) de los impactos negativos identificados que inciden sobre factores del Ambiente Socioeconómico.

ID	Nombre del impacto	Código	(I)
52	Alteración de los determinantes ambientales de la salud del modelo de comunidad terapéutica para menores en situación de riesgo en el Centro R.E.N.A.C.E.R.	K21	-84
6	Menoscabo de actividades económicas por labores de excavación superficial	G13	-83
23	Interrupción fija u ocasional del flujo vehicular continuo de vías por obras de excavación superficial	G16	-83
92	Aumento de colisiones vehiculares por vivienda ubicada en curva de ingreso a Finca El Cedral	K28	-80
85	Limitación de usos sociales del agua asociada a la excavación subterránea	I27	-76
90	Limitación de acceso a las viviendas por excavación superficial	G28	-73
32	Afectación a infraestructura pública	G18	-71
43	Malestar de las organizaciones por el deterioro de la red vial	L20	-71
64	Faltas al código de comportamiento laboral de los trabajadores de las obras	M22	-69
24	Afectación a la circulación vial por la construcción de obras	K16	-68
25	Afectación del flujo vehicular diario por el tránsito y operación de equipo y maquinaria	L16	-68
40	Malestar comunal por afectación a la dinámica diaria asociada a las excavaciones superficiales	G20	-63
70	Afectación a infraestructura asociada a servicios públicos	G23	-63
76	Destrucción de Patrimonio Arqueológico por colocación de material	C24	-63
77	Destrucción de Patrimonio Arqueológico por remoción de matriz del suelo	D24	-63
78	Destrucción al Patrimonio Cultural	G24	-63
79	Huaqueo de sitios arqueológicos por personal del proyecto	M24	-63
84	Afectación al abastecimiento y acceso del recurso hídrico	G27	-62
34	Daños a la infraestructura vial por el tránsito de equipo y maquinaria	L18	-59
53	Afectación de los determinantes ambientales de la salud por uso de equipo y maquinaria de los procesos constructivos	L21	-57
62	Afectación a la seguridad comunal por utilización de puente tubo para cruzar el río Tiribí	K22	-56
28	Pérdida de puestos de trabajo por compra de propiedades y/o el establecimiento de limitaciones de uso por inscripción de servidumbres	A17	-55
80	Cambio en el patrón de tenencia de la tierra por compra de propiedades y/o el establecimiento de limitaciones de uso por inscripción de servidumbres	A25	-55
45	Incremento de conflictos sociales por la demanda de acceso al recurso hídrico	R20	-54
63	Incremento de los accidentes de tránsito por la circulación de maquinaria pesada	L22	-53
82	Cambio en el uso del suelo en área específica de la Zona Protectora Cerros de La Carpintera	K26	-53
10	Obstrucción temporal de acceso a locales comerciales	N13	-50

ID	Nombre del impacto	Código	(I)
60	Aumento en la incidencia de accidentes viales	G22	-50
16	Limitación de actividades recreativas	G14	-48
21	Afectación a centros educativos por las labores constructivas (daños por obras colindantes)	K15	-47
22	Afectación a las actividades escolares por el ruido de la maquinaria.	L15	-47
57	Afectación a la salud por accidentes ocasionados por el inadecuado almacenamiento y uso de sustancias químicas	P21	-47
66	Aumento de la demanda por el servicio local de recolección de residuos sólidos no valorizables	O22	-47
65	Incremento de accidentes viales por colisiones	N22	-46
26	Obstrucción temporal de vías	N16	-45
41	Malestar comunal por afectación a la dinámica diaria asociada a las excavaciones subterráneas	I20	-45
50	Aumento del factor de percepción de amenaza asociada a la acústica del uso de explosivos	I21	-45
61	Temor de la población por activación de fallas locales por el uso de explosivos	I22	-45
1	Limitación de la actividad económica por compra de propiedades y/o el establecimiento de limitaciones de uso por adquisición de servidumbres	A13	-43
47	Afectación de los determinantes ambientales de la salud por presencia de partículas en suspensión resultantes del manejo de escombreras	C21	-43
48	Afectación de los determinantes ambientales de la salud por presencia de partículas en suspensión resultantes del desmonte y limpieza	D21	-43
20	Interrupción de actividades académicas por labores de excavación superficial	G15	-42
42	Malestar comunal por la construcción de infraestructura	K20	-42
19	Afectación a fuentes de agua utilizada para fines recreativos en Río Macho	Q14	-41
49	Afectación a la salud por contaminación del aire	G21	-41
55	Afectación a la salud por presencia de material particulado	N21	-41
38	Malestar de organizaciones comunales por reducción o pérdida de áreas forestales sensibles	D20	-40
68	Competencia por el caudal disponible del servicio de agua potable para la población	E23	-40
96	Alteración de la calidad del paisaje producto de los procesos de excavación superficial	G29	-40
56	Afectación a la salud por inadecuada gestión de residuos	O21	-38
37	Demanda de contratación de personal local en etapa constructiva	B20	-37
44	Malestar comunal por obstrucción de vías	N20	-36
94	Alteración de la calidad del paisaje por la remoción de coberturas	D29	-36
100	Alteración de la calidad intrínseca del paisaje producto de la inapropiada gestión de los residuos	O29	-36
3	Afectación a cultivos por depositación de partículas en suspensión durante el desmonte y limpieza	D13	-34
4	Disminución del caudal disponible del servicio de agua para el desarrollo adecuado de actividades económicas	E13	-34
17	Afectación a actividades recreativas relacionadas a cursos de agua	H14	-34

<b>ID</b>	<b>Nombre del impacto</b>	<b>Código</b>	<b>(I)</b>
99	Alteración de la calidad intrínseca del paisaje producto del acopio temporal de materiales excavados y de construcción	N29	-34
27	Afectación a la infraestructura vial por fallos en el sistema de conducción, almacenamiento y distribución del agua	R16	-33
46	Aumento en la demanda de servicios de salud local para la contratación del personal	B21	-32
101	Alteración de la calidad escénica del paisaje del río Macho, producto del funcionamiento del Desarenador	Q29	-32
2	Afectación de actividades productivas por deposición de partículas en suspensión durante el manejo de las escombreras	C13	-30
81	Cambio en el uso agropecuario del suelo	C26	-30
93	Alteración de la calidad del paisaje asociado al establecimiento y manejo de escombreras	C29	-30
98	Afectación de la calidad intrínseca del paisaje por la incorporación de nuevos elementos artificiales	K29	-29
73	Incremento en la demanda de servicios públicos por aumento de usuarios	M23	-28
91	Afectación a viviendas por vibraciones	I28	-28
86	Contaminación del agua por filtración de sedimentos	J27	-27
87	Pérdida de calidad del agua para usos sociales por uso de sustancias químicas	P27	-27
95	Alteración de la condición actual del paisaje producto de la habilitación del servicio eléctrico	F29	-27
51	Afectación a los determinantes ambientales de la salud por ruido y polvo producto de la elaboración de concretos	J21	-25
15	Afectación a actividades recreativas por el polvo generado durante el desmonte y limpieza	D14	-24
18	Limitación de actividades recreativas por mejoras en la infraestructura vial	K14	-24
67	Afectación a la seguridad por el uso y almacenamiento de explosivos.	P22	-23
14	Limitación de la actividad recreativa por compra de propiedades y/o el establecimiento de limitaciones de uso por inscripción de servidumbres	A14	-21
83	Limitación del uso social del agua debido a contaminación derivada de manejo de escombreras	C27	-21
54	Incremento en la demanda de los servicios de salud por presencia de personal	M21	-18
97	Alteración de la calidad intrínseca del paisaje producto de la variación del curso natural del río	H29	-17

**Cuadro.11.1.7.** Valor de Importancia (I) de los impactos positivos identificados que inciden sobre factores del Ambiente Socioeconómico.

ID	Nombre del impacto	Código	(I)
35	Mejoras en el sistema de conducción, almacenamiento y distribución del agua en el GAM	R18	96
74	Aumento de la capacidad y calidad del suministro de agua de consumo	R23	92
58	Mejora en la salud pública por mayor cobertura del servicio de agua potable	R21	91
11	Mejoras en el suministro de agua para las actividades económicas locales producto de aumento de caudal en el sistema de agua de la GAM	R13	84
12	Disminución de los efectos negativos en la producción y comercialización de mercancías y servicios asociadas al racionamiento de agua	T13	82
59	Mejora de las condiciones físico químicas del agua para ser apta para consumo humano dentro del GAM	T21	82
75	Mejora en la cobertura del servicio de agua	U23	56
88	Mejora en la cobertura del servicio de agua	R27	56
71	Aumento en la demanda de los servicios públicos	I23	55
33	Mejoras en la infraestructura vial	K18	42
69	Mayor cobertura del servicio eléctrico	F23	39
72	Incremento en la cobertura de los servicios públicos generado por el desarrollo de infraestructura necesaria para la construcción de obras	K23	39
31	Mejora en la cobertura del servicio por la ampliación de la red eléctrica local	F18	38
5	Crecimiento de actividades económicas	F13	34
13	Mejora en la estabilidad del sistema eléctrico de distribución comercial e industrial generado por el aporte adicional de electricidad	U13	31
29	Movilidad interna de personas para laborar en el proyecto	B17	30
89	Mejora de las facilidades para la construcción y habitación de nuevos proyectos residenciales	F28	30
7	Incremento de la actividad económica por mejoras en la infraestructura vial	K13	28
9	Aumento en la dinámica económica por presencia de personal	M13	28
30	Generación de empleo indirecto	M17	28
39	Demanda de nuevos servicios eléctricos	F20	27
36	Movilidad interna de personas para laborar en el proyecto	B19	25
8	Dinamización de la economía local por el alquiler de equipo y maquinaria	L13	18

Si se excluyen del balance los impactos cuyo valor de Importancia resultó con una calificación inferior a 25 unidades MIIA ( $I < 25$  unidades MIIA), lo que corresponde a 7 impactos negativos calificados como Irrelevantes, cuyo valor conjunto de importancia suma -148 unidades MIIA, así como 1 impacto positivo calificado como Bajo, con un valor de importancia de 18 unidades MIIA, el balance de resultados considerando únicamente los impactos significativos (negativos y positivos) quedaría como se muestra en el Cuadro.11.1.8.

**Cuadro.11.1.8.** Resumen de la importancia y cantidad total de impactos identificados para el Ambiente Socioeconómico, excluyendo los Impactos con valor de Importancia (I) < 25 unidades MIIA.

<b>Naturaleza</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Importancia total</b>	<b>Cantidad</b>
Negativos	Crítico	-406	5
	Severo	-1302	21
	Moderado	-1715	45
	Irrelevante	0	0
<b>Subtotal 1: Negativos</b>		<b>-3423</b>	<b>71</b>
Positivos	Muy alto	527	6
	Alto	167	3
	Medio	419	13
	Bajo	0	0
<b>Subtotal 2: Positivos</b>		<b>1113</b>	<b>22</b>
<b>Balance inicial</b>		<b>-2310</b>	<b>93</b>

En cuanto a los impactos identificados sobre el Ambiente Socioeconómico, la evaluación realizada determinó que 8 (7 negativos y 1 positivo) de los 101 impactos identificados para esta categoría ambiental, se calificaron como Irrelevantes (I < 25 unidades MIIA), de manera que los que requerirán de la aplicación de medidas correctoras (impactos negativos) serían un total de 71. El 44,6% (45) corresponde a impactos Moderados, un 20,8% (21) serían impactos Severos y solamente un 4,9% (5) referirían a impactos Críticos.

Para esta categoría ambiental se identificaron 22 impactos positivos (21.8%), que podrían ser objeto de MC de Potenciación, si el desarrollador lo considera necesario.

#### **11.1.5. Resumen del balance de resultados**

Como se desprende de lo indicado en 0, del total de 198 impactos potenciales identificados, los de signo negativo ascienden a 173 y presentan una importancia acumulada de -7765 unidades MIIA. Además, se identificaron 25 impactos positivos, cuya importancia total es de 1199 unidades MIIA, esto permite obtener un balance inicial de -6566 unidades MIIA.

La clasificación de los impactos respecto a las clases o rangos de importancia, igualmente se presenta en el cuadro de cita mostrado a continuación.



**Cuadro.11.1.9.** Resumen de la importancia y cantidad total de impactos identificados para el PVAAM, a partir de la evaluación inicial (previo a proponer medidas correctoras).

<b>Naturaleza</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Importancia total</b>	<b>Cantidad</b>
Negativos	Crítico	-1133	14
	Severo	-2686	44
	Moderado	-3445	92
	Irrelevante	-501	23
<b>Subtotal 1: Negativos</b>		<b>-7765</b>	<b>173</b>
Positivos	Muy alto	527	6
	Alto	167	3
	Medio	487	15
	Bajo	18	1
<b>Subtotal 2: Positivos</b>		<b>1199</b>	<b>25</b>
<b>Balance inicial</b>		<b>-6566</b>	<b>198</b>

Los resultados generales de dicha valoración se muestran en el Anexo 18.4.

Si se excluyen del balance los impactos cuyo valor de Importancia resultó con una calificación inferior a 25 unidades MIIA ( $I < 25$  unidades MIIA), lo que corresponde a 1 impacto de signo positivo con valor  $I = 18$  unidades MIIA (impacto Bajo) y 23 impactos negativos calificados como Irrelevantes, cuyo valor conjunto de importancia suma -501 unidades MIIA, el balance de resultados considerando únicamente los impactos significativos quedaría como se muestra en el Cuadro.11.1.10.

**Cuadro.11.1.10.** Resumen de la importancia y cantidad total de impactos identificados para el PVAAM, excluyendo los Impactos con valor de Importancia ( $I$ )  $< 25$  unidades MIIA.

<b>Naturaleza</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Importancia total</b>	<b>Cantidad</b>
Negativos	Crítico	-1133	14
	Severo	-2686	44
	Moderado	-3445	92
	Irrelevante	0	0
<b>Subtotal 1: Negativos</b>		<b>-7264</b>	<b>150</b>
Positivos	Muy alto	527	6
	Alto	167	3
	Medio	487	15
	Bajo	0	0
<b>Subtotal 2: Positivos</b>		<b>1181</b>	<b>24</b>
<b>Balance inicial</b>		<b>-6083</b>	<b>174</b>

Los resultados generales de dicha valoración se muestran en el Anexo 18.5 y corresponden a la denominada “Matriz depurada de Importancia de Impactos”, que constituye el insumo a partir del cual se realizó la valoración cualitativa de la importancia de Actividades de Proyecto y de Factores Ambientales, así como el elemento base utilizado para determinar el requerimiento de aplicación de Medidas Correctoras (MC) detalladas más adelante en este mismo capítulo.

## 11.2. Valoración cualitativa de Acciones Impactantes y Factores Ambientales

Una vez expuestos los resultados de la valoración cualitativa de la Importancia de los impactos, se presentan a continuación los resultados de la valoración de la Importancia de las actividades potencialmente impactantes, así como de los factores ambientales susceptibles de impactación.

Esta determinación permitió reconocer sobre qué actividades de proyecto debían enfocarse con carácter de prioridad las acciones correctivas propuestas, así como qué factores ambientales demandarían la aplicación de acciones de seguimiento más rigurosas en aras de fiscalizar con mayor atención la forma en que los impactos identificados podrían incidir en su calidad ambiental, así como verificar con mayor rigurosidad el grado de aplicación y de efectividad de las acciones correctivas propuestas.

### 11.2.1. Actividades de proyecto más impactantes

#### 11.2.1.1. Fase de Construcción

Las actividades más impactantes de la Fase de Construcción del PVAAM se describen a continuación:

##### **Actividades más agresivas**

1. **Excavación superficial:** generaría 19 impactos significativos durante esta Fase, que le dan a la actividad un valor de Importancia, en términos de la significancia de sus impactos, de -1039 unidades MIIA, de las cuales -362 estarían asociadas a 9 impactos Moderados, -511 se asociarían a 8 impactos Severos y -166 a 2 impactos Críticos.
2. **Uso de equipo y maquinaria:** generaría 13 impactos significativos durante esta Fase, que le dan a la actividad un valor de Importancia, en términos de la significancia de sus impactos, de -797 unidades MIIA, de las cuales -138 estarían asociadas a 3 impactos Moderados, -582 se asociarían a 9 impactos Severos y -77 a 1 impacto Crítico.
3. **Desmonte y limpieza:** estaría ocasionando un total de 14 impactos significativos durante esta Fase, que le confieren a la actividad un valor de Importancia, en términos de la significancia de sus impactos, de -753 unidades MIIA, de las cuales -244 estarían asociadas a 7 impactos Moderados, -121 se asociarían a 2 impactos Severos y -388 se vincularían a 5 impactos Críticos.
4. **Construcción y presencia de infraestructura:** durante esta fase estaría ocasionando un total de 13 impactos negativos y 3 impactos positivos, todos significativos, que le confieren a la actividad un valor de Importancia final, en términos de la significancia de sus impactos, de -570 unidades MIIA. De estas, -224 estarían asociadas a 6 impactos Moderados, -291 se asociarían a 5 impactos Severos y -164 se vincularían a 2 impactos Críticos, sumando entre ellas inicialmente -679 unidades MIIA, los cuales se estarían balanceando en alguna medida con 109 unidades MIIA asociados a 3 impactos positivos con valor de Importancia Alta y de ahí que el balance final, aunque siempre negativo, se estaría reduciendo en -109 unidades MIIA.
5. **Generación de residuos:** estaría ocasionando un total de 10 impactos significativos durante esta Fase, que le confieren a la actividad un valor de Importancia, en términos de la significancia de sus impactos, de -526 unidades MIIA, de las cuales -296 estarían asociadas a 7 impactos Moderados, -58 se asociarían a 1 impacto Severo y -172 se vincularían a 2 impactos Críticos.

### **Actividades menos agresivas y/o más benevolentes**

- 1. Habilitación de servicio eléctrico:** durante esta fase estaría ocasionando un total de 2 impactos negativos y 5 impactos positivos, todos significativos, que le confieren a la actividad un valor de Importancia final, en términos de la significancia de sus impactos, de 83 unidades MIIA. De estas, -27 estarían asociadas a 1 impacto Moderado y -58 se asociarían a 1 impacto Severo, sumando entre ellas inicialmente -85 unidades MIIA, las cuales sin embargo se estarían balanceando con 168 unidades MIIA asociados a 5 impactos positivos con valor de Importancia Alta y de ahí el balance final positivo.
- 2. Reclutamiento de personal:** estaría ocasionando un total de 2 impactos negativos y 2 impactos positivos, todos significativos, que le confieren a la actividad un valor de Importancia final, en términos de la significancia de sus impactos, de -14 unidades MIIA. Inicialmente los 2 impactos negativos Moderados sumarían -69 unidades MIIA, pero se estarían balanceando con las 55 unidades MIIA de los 2 impactos positivos con valor de Importancia Medio que generaría la actividad y de ahí que el balance final, aunque siempre negativo, se estaría reduciendo en -55 unidades MIIA.

#### **11.2.1.2. Fase de Operación**

Las actividades más impactantes de la Fase de Operación del PVAAM se describen a continuación:

#### **Actividad más agresiva**

- 1. Funcionamiento del desarenador:** generaría 3 impactos significativos durante esta Fase, que le dan a la actividad un valor de Importancia, en términos de la significancia de sus impactos, de -105 unidades MIIA asociadas a 3 impactos Moderados.

### **Actividades menos agresivas y/o más benevolentes**

- 1. Conducción, almacenamiento y distribución de agua:** durante esta fase estaría ocasionando un total de 3 impactos negativos y 5 impactos positivos, todos significativos, que le confieren a la actividad un valor de Importancia final, en términos de la significancia de sus impactos, de 299 unidades MIIA. De estas, -66 estarían asociadas a 2 impactos Moderados y -54 se asociarían a 1 impacto Severo, sumando entre ellas inicialmente -151 unidades MIIA, las cuales sin embargo se estarían balanceando con 386 unidades MIIA asociados a 3 impactos positivos con valor de Importancia Alta (56 unidades MIIA) y 4 impactos positivos con valor de Importancia Muy Alta (363) y de ahí el balance final positivo, donde prevalecen los efectos deseables originados por la actividad, sobre los efectos adversos.
- 2. Funcionamiento de la planta potabilizadora:** generaría 2 impactos positivos significativos durante esta Fase, que le dan a la actividad un valor de Importancia, en términos de la significancia de sus impactos, de 164 unidades MIIA, asociadas a 2 impactos con valor de Importancia Muy Alta. En esta fase, esta actividad da lugar a los 2 impactos de mayor efecto beneficioso, relacionados con los efectos deseables de la disponibilidad de agua potable, en materia de mejoramiento de la Salud de la población beneficiada con el desarrollo del acueducto y de prestación de un servicio fundamental para el desarrollo de Actividades económicas que requieren de la disponibilidad del líquido en términos apropiados de continuidad, cantidad y calidad.

## 11.2.2. Factores ambientales más impactados

### 11.2.2.1. Fase de Construcción

Los factores ambientales más impactados durante la Fase de Construcción del PVAAM se describen a continuación:

#### **Factores ambientales más afectados**

1. **Ecosistemas acuáticos:** el balance de los valores de Importancia de los impactos positivos y negativos que ocasionarían las acciones de proyecto sobre este factor, sería de -606 unidades MIIA, de las cuales -361 derivarían de 9 actividades que causarían impactos Moderados y -245 serían atribuibles a 4 actividades que ocasionarían impactos Severos.
2. **Aire:** el balance de los valores de Importancia de los impactos positivos y negativos que ocasionarían las acciones de proyecto sobre este factor, sería de -554 unidades MIIA, de las cuales -140 derivarían de 3 actividades que causarían impactos Moderados y -414 serían atribuibles a 7 actividades que ocasionarían impactos Severos.
3. **Salud:** el balance de los valores de Importancia de los impactos positivos y negativos que ocasionarían las acciones de proyecto sobre este factor, sería de -496 unidades MIIA, de las cuales -355 derivarían de 9 actividades que causarían impactos Moderados, -57 serían atribuibles a 1 actividad que ocasionaría un impacto Severo y -84 serían atribuibles a 1 actividad que causaría un impacto Crítico.
4. **Fauna silvestre terrestre:** el balance de los valores de Importancia de los impactos positivos y negativos que ocasionarían las acciones de proyecto sobre este factor, sería de -482 unidades MIIA, de las cuales -247 derivarían de 6 actividades que causarían impactos Moderados, -227 serían atribuibles a 4 actividades que ocasionarían impactos Severos, -76 se vincularían a 1 actividad que causaría un impacto Crítico y 68 se asociarían a 2 actividades que causarían impactos positivos de Importancia Media.
5. **Suelo:** el balance de los valores de Importancia de los impactos positivos y negativos que ocasionarían las acciones de proyecto sobre este factor, sería de -417 unidades MIIA, de las cuales -164 derivarían de 5 actividades que causarían impactos Moderados, -73 serían atribuibles a 1 actividad que ocasionaría un impacto Severo y -180 se asociarían con 2 actividades que ocasionarían impactos Críticos.
6. **Aguas superficiales:** el balance de los valores de Importancia de los impactos positivos y negativos que ocasionarían las acciones de proyecto sobre este factor, sería de -406 unidades MIIA, de las cuales -130 derivarían de 4 actividades que causarían impactos Moderados, -117 serían atribuibles a 2 actividades que ocasionarían impactos Severos y -159 se asociarían a 2 actividades que generarían impactos Críticos.

#### **Factores ambientales menos afectados o más beneficiados**

1. **Población:** el balance de los valores de Importancia de los impactos que ocasionaría las acciones de proyecto sobre este factor, sería de 25 unidades MIIA, derivadas de 1 actividad que causaría un impacto de Importancia Media.
2. **Empleo:** el balance de los valores de Importancia de los impactos positivos y negativos que ocasionarían las acciones de proyecto sobre este factor, sería de 3 unidades MIIA.

Este balance levemente positivo para el factor sobrevendría del efecto positivo mayoritario (58 unidades MIIA) que ocasionarían las 2 actividades que generarían 2 impactos con valor de Importancia Media sobre el factor, en contraste con las -55 unidades MIIA que ocasionaría la actividad responsable de generar 1 impacto Severo sobre este.

- 3. Servicios públicos:** el balance de los valores de Importancia de los impactos positivos y negativos que ocasionarían las acciones de proyecto sobre este factor, sería de 2 unidades MIIA. Este balance levemente positivo para el factor sobrevendría del efecto positivo mayoritario (133 unidades MIIA) que ocasionarían las 2 actividades que generarían 2 impactos con valor de Importancia Media y la actividad que generaría 1 impacto con valor de Importancia Alta, sobre el factor, en contraste con las -68 unidades MIIA que ocasionarían las 2 actividades responsables de generar 2 impactos Moderados sobre este mismo factor.

#### **11.2.2.2. Fase de Operación**

Los factores ambientales más impactados durante la Fase de Operación del PVAAM se describen a continuación:

##### **Factores ambientales más afectados**

- 1. Fauna silvestre terrestre:** los valores de Importancia de los impactos negativos que ocasionarían las acciones de proyecto sobre este factor, sería de -81 unidades MIIA, derivadas de 2 actividades que causarían impactos Moderados.
- 2. Ecosistema acuático:** los valores de Importancia de los impactos negativos que ocasionarían las acciones de proyecto sobre este factor, sería de -64 unidades MIIA, derivadas de 2 actividades que causarían impactos Moderados.
- 3. Organización comunal:** el valor de Importancia del impacto negativo que ocasionaría una acción de proyecto sobre este factor, sería de -54 unidades MIIA, derivada de 1 actividad que causaría un impacto Moderado.
- 4. Actividades recreativas:** el valor de Importancia del impacto negativo que ocasionaría una acción de proyecto sobre este factor, sería de -41 unidades MIIA, derivada de 1 actividad que causaría un impacto Moderado.
- 5. Dinámica vial:** el valor de Importancia del impacto negativo que ocasionaría una acción de proyecto sobre este factor, sería de -33 unidades MIIA, derivada de 1 actividad que causaría un impacto Moderado.
- 6. Paisaje:** el valor de Importancia del impacto negativo que ocasionaría una acción de proyecto sobre este factor, sería de -32 unidades MIIA, derivada de 1 actividad que causaría un impacto Moderado.

##### **Factores ambientales menos afectados o más beneficiados**

- 1. Actividad económica:** los valores de Importancia de los impactos positivos que ocasionarían las acciones de proyecto sobre este factor, sería de 197 unidades MIIA, derivadas de 1 actividad que causaría un impacto con valor de Importancia Medio y 2 actividades que causarían 2 impactos con valor de Importancia Muy Alto.



2. **Salud:** los valores de Importancia de los impactos positivos que ocasionarían las acciones de proyecto sobre este factor, sería de 173 unidades MIIA, derivadas de 2 actividades que causarían 2 impactos con valor de Importancia Muy Alto.
3. **Servicios públicos:** los valores de Importancia de los impactos positivos que ocasionarían las acciones de proyecto sobre este factor, sería de 148 unidades MIIA, derivadas de 1 actividad que causarían un impacto con valor de Importancia Medio y 1 actividad que causaría 1 impacto con valor de Importancia Muy Alto.
4. **Infraestructura:** el valor de Importancia del impacto positivo que ocasionaría una acción de proyecto sobre este factor, sería de 96 unidades MIIA, derivada de 1 actividad que causarían un impacto con valor de Importancia Muy Alto.
5. **Uso social del agua:** el valor de Importancia del impacto positivo que ocasionaría una acción de proyecto sobre este factor, sería de 56 unidades MIIA, derivada de 1 actividad que causarían un impacto con valor de Importancia Alto.

### 11.2.2.3. Ciclo de vida del proyecto

Los factores ambientales que recibirían los mayores efectos globales del PVAAM se describen a continuación.

En primera instancia se detallan los factores ambientales más afectados y en segundo lugar se precisan los factores menos afectados y/o los que resultarían más beneficiados con el desarrollo del PVAAM, indicando en cada caso el valor de Importancia de impacto resultante del balance entre positivos y negativos, a partir del cual se definieron como los más impactados en virtud de la suma de los efectos asociados a todas las fases del proyecto.

#### **Factores ambientales más afectados**

1. **Suelo:** -417 unidades MIIA.
2. **Fauna silvestre terrestre:** -395 unidades MIIA.
3. **Aguas superficiales:** -311 unidades MIIA.
4. **Macizo rocoso:** -301 unidades MIIA.
5. **Paisaje:** -264 unidades MIIA.
6. **Sitios arqueológicos:** -252 unidades MIIA.

#### **Factores ambientales menos afectados o más beneficiados**

1. **Servicios públicos:** 218 unidades MIIA.
2. **Infraestructura:** 176 unidades MIIA.
3. **Actividad económica:** 133 unidades MIIA.
4. **Salud:** 89 unidades MIIA.

A partir de los resultados derivados de la valoración de la Importancia de impacto desarrollados en los anteriores apartados del presente capítulo, se determinó cuáles impactos demandarían el planteamiento de Medidas Correctoras (MC) a efecto de reducir el nivel de significancia ambiental de sus efectos.

### **11.3. Medidas Correctoras de Impactos**

Se aporta a continuación, un resumen de las 58 Medidas Correctoras (MC) propuestas para evitar, mitigar, compensar y/o potenciar los impactos cuyo valor de Importancia (I) obtuvo un puntaje mayor o igual a 25 unidades de la Matriz de Importancia de Impacto Ambiental (MIIA).

En cada MC descrita, se incluyen los códigos de los impactos sobre los que se aplicaría cada una. Para conocer mayores detalles sobre las medidas que acá se presentan de forma resumida, se recomienda al lector remitirse al Tomo XIV, capítulo 11, apartados 11.3 y 11.4 del informe técnico completo del EsIA.

#### **11.3.1. Resumen de las Medidas Correctoras propuestas**

##### **11.3.1.1. Medidas correctoras de impactos identificados sobre factores del Ambiente Físico**

En el Cuadro.11.3.1, se describe de manera resumida, el conjunto de 21 medidas propuestas para corregir los impactos relevantes ( $I \geq 25$  unidades MIIA) derivados de las actividades impactantes definidas para la Fase de Construcción y para la Fase de Operación del PVAAM, que podrían generar efectos sobre los factores del Ambiente Físico.

**Cuadro.11.3.1.** Síntesis descriptiva de las medidas ambientales propuestas para corregir los impactos Importantes sobre los factores del Ambiente Físico, asociados a la construcción y operación del PVAAM.

ID	Código	Nombre	Descripción	Impactos a los que aplica
1	MC-FQ-Asub-01	Control y monitoreo hidrogeológico de nacientes, manantiales y pozos	Esta medida aplica para toda la ruta del acueducto con especial atención a los sectores del túnel Tejar y El Llano. Como parte de la medida debe de indicarse que se ejecutaran los protocolos de alerta y atención una vez concluidos los diseños finales de las obras que permiten detallar los modelos hidrogeológicos. Contemplar en costos un profesional y cuadrilla de trabajo que realice aforos de manera continua con diferente periodicidad según el avance de la obra.	D1, I1
2	MC-FQ-Asub-02	Abastecimiento de agua a posibles afectados durante procesos constructivos.	Esta medida aplica como medida de compensación para aquellos sectores en los cuales mediante la medida MC-FQ-Asub-01 se haya alertado de manera oportuna y con un grado de confiabilidad adecuado que las fuentes de agua sufrirán una afectación. Esta medida en particular se prevé que sea utilizada principalmente en la excavación del Túnel Tejar asociados a todos los propietarios que presentan fuentes de agua por encima de la excavación del túnel. Se advierte de tener particular cuidado con las captaciones de la ASADA de Guatuso y la Captación del AyA, estructuras cercanas al último kilómetro del túnel Tejar. El cálculo económico de esta medida debe contemplar la ejecución de un estudio hidrogeológico para la definición de una nueva captación y la construcción de un nuevo acueducto. Dada la distribución de la población sería necesario realizar dos acueductos. Uno para la población asociada a la ASADA Guatuso y otro para los pobladores de Navarro arriba (Zarela Villanueva, Heriberto Céspedes, Eduardo Rodríguez, Peter Butler, Rodolfo Prestinary).	I1, H14
3	MC-FQ-Asub-03	Acompañamiento y orientación técnica para una adecuada valoración, análisis y gestión del recurso hídrico local.	Acompañamiento a las comunidades de parte de un profesional en hidrogeología, de forma que las mismas puedan gestionar de manera adecuada el recurso hídrico, y en caso de ser necesarios e realicen estudio hidrogeológicos, solicitados por las comunidades para resolver problemas relacionados con el abastecimiento del recurso.	I1, G1

<b>ID</b>	<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Impactos a los que aplica</b>
4	MC-FQ-SM-01	Seguimiento y control de obras subterráneas.	Comprende el proceso permanente y detallado de seguimiento, inspección y control de las condiciones geológicas, hidrogeológicas y geotécnicas del suelo y macizo rocoso durante la excavación subterránea. En donde se analizan diferentes aspectos para evaluar el comportamiento del suelo o macizo rocoso y el efecto sobre los acuíferos conforme se avanza con la excavación.	I1, I5, I6, I28
5	MC-FQ-SM-02	Seguimiento y control de sitios potenciales a deslizamientos.	Corresponde con el proceso permanente y detallado para evaluar las condiciones geológicas y geotécnicas de los sitios potencialmente deslizables Con el fin de llevar un control sobre procesos constructivos (adecuado uso de maquinaria y equipos), evitar condiciones riesgosas e implementar procesos de instrumentación y auscultación (medición de deformaciones y desplazamientos).	K5, D6, K6, I28
6	MC-FQ-SM-03	Implementación de sistemas para protección contra erosión.	Corresponde con la implementación de sistemas temporales durante la ejecución de desvío de cursos de agua para proteger zonas erodables.	C1, H5, H6, H14
7	MC-FQ-AR-01	Controlar la generación de material particulado.	Monitorear, controlar y reducir las inmisiones de material particulado, producto de las actividades constructivas del proyecto.	C3, D3, G3, I3, J3, K3, L3, N3
8	MC-FQ-AR-02	Controlar la generación de emisiones de gases contaminantes.	Monitorear, controlar y reducir las inmisiones de gases contaminantes, producto de las actividades constructivas del proyecto.	L3, O3, P3
9	MC-FQ-AR-03	Controlar la generación de ruido ambiental.	Monitorear, controlar y reducir las emisiones de ruido, producto de las actividades constructivas del proyecto.	I3, J3, K3, L3
10	MC-FQ-Asp-01	Dotar de sistemas de tratamiento de aguas residuales (STAR) especiales y ordinarias durante la fase constructiva y operativa del acueducto.	Diseñar, construir y operar sistemas de tratamiento de aguas residuales (STAR) procedentes de los procesos donde se hace uso del agua (por ejemplo: campamento, comedores, plantas de concreto, oficinas y procesos potabilización, desarenadores, entre otros).	J1, J11, J12, J2, J27, J5, J6, O1, O11, O12, O21, Q12, Q14, Q29
11	MC-FQ-Asp-02	Hacer una gestión de los residuos durante las	Contempla el desarrollo e implementación de estrategias para la separación, almacenamiento, transporte y disposición de residuos en las diferentes etapas del acueducto. Tales como: Programas de	D12, O1, O11, O12, O2, O21,

<b>ID</b>	<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Impactos a los que aplica</b>
		fases de construcción y operación del acueducto	Gestión de residuos, almacenamiento temporal de residuos, materiales, dotar de personal operativo, sitios para la separación en la fuente, contratar gestores de residuos autorizados, entre otros.	O22, O3, O5, O6, O29
12	MC-FQ-Asp-03	Implementar una gestión de derrames de sustancias peligrosas durante la fase de construcción y operación del acueducto	Contempla el diseño e implementación de un protocolo de atención de derrames, utilización sistema de contención de derrames, capacitación y concientización del personal, manejo de cláusulas de proveedores, entre otros.	L1, L2, L5, L6, P27
13	MC-FQ-Asp-04	Hacer una gestión de sustancias peligrosas durante las fases de construcción y operación del acueducto	Contempla el diseño y construcción de sitios de almacenamiento de sustancias peligrosas, diseño y construcción sistema de contención, capacitación y concientización del personal para manejo y uso de sustancias peligrosas, manejo de cláusulas de proveedores, entre otros.	P1, P12, P2, P21, Q12, P3, P5, P6
14	MC-FQ-Asp-05	Utilización del material excavado.	Utilizar parte del material excavado para rellenar las capas superiores de las zanjas, para reducir la cantidad de material que debe ser movilizado hasta los sitios de escombreras y que en este proceso podría llegar hasta la red de drenaje.	G2, I2
15	MC-FQ-Asp-06	Excavación y relleno en tramos cortos.	Realizar las excavaciones superficiales con una longitud apropiada que permita colocar la tubería y rellenar la zanja en un solo día, para minimizar el tiempo que el material excavado se encuentra expuesto a condiciones ambientales que propicien el transporte de los sedimentos hasta la red de drenaje.	G2
16	MC-FQ-Asp-07	Restauración de las áreas afectadas por las excavaciones superficiales.	Restaurar las áreas afectadas por las excavaciones superficiales dejando el terreno en condiciones similares a las iniciales para facilitar la revegetación natural de las zonas intervenidas.	G2
17	MC-FQ-Asp-08	Protección del material expuesto a la intemperie.	El material que proviene de las excavaciones superficiales, así como los materiales de construcción y otros acopiados temporalmente se deberá cubrir con plásticos para reducir la acción de transportes de agentes naturales como el viento y la lluvia.	G2, N2, I2



<b>ID</b>	<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Impactos a los que aplica</b>
18	MC-FQ-Asp-09	Manejo adecuado de aguas pluviales en los sitios de acopio de materiales.	En las áreas de acopio temporal de materiales se deberá de canalizar el agua de lluvia y conducirla hasta trampas de sedimentos, para posteriormente verter los excedentes en los cauces más cercanos, y depositar el sedimento retenido en los sitios de escombreras.	N2, I2
19	MC-FQ-Asp-10	Intervención de cauces en época seca.	La intervención de los ríos y la colocación de la tubería subterránea se deberán hacer en la época seca (diciembre – abril) con el fin de minimizar la posibilidad de que las obras de desvío se vean comprometidas por eventos extremos.	H2
20	MC-FQ-Asp-11	Restauración del cauce de los ríos en los sitios intervenidos.	Restaurar los sitios de cruce de ríos donde se realizó el desvío de las aguas dejando la morfología del cauce en condiciones similares a las iniciales	H2
21	MC-FQ-Gmf-02	Diseño geotécnico para la conformación y manejo de las escombreras.	El protocolo busca optimizar el manejo y la conformación de las escombreras, reduciendo el impacto en el relieve de la zona, pero principalmente en la calidad intrínseca del paisaje de cada sector donde se ubique una de estas obras.	C4, C29

### **11.3.1.2. Medidas correctoras de impactos identificados sobre factores del Ambiente Biológico**

En el Cuadro.11.3.2, se describe de manera resumida, el conjunto de 14 medidas propuestas para corregir los impactos relevantes ( $I \geq 25$  unidades MIIA) derivados de las actividades impactantes definidas para la Fase de Construcción y para la Fase de Operación del PVAAM, que podrían generar efectos sobre los factores del Ambiente Biológico.

**Cuadro.11.3.2.** Síntesis descriptiva de las medidas ambientales propuestas para corregir los impactos Importantes sobre los factores del Ambiente Biológico, asociados a la construcción y operación del PVAAM.

ID	Código	Nombre	Descripción	Impactos a los que aplica
1	MC-BE-FL-01	Optimización del Área de Trabajo que requiere desmonte y limpieza de la cobertura vegetal.	Obtención de los permisos en cada una de las propiedades donde se ubican obras, así como la coordinación con el personal ingenieril a cargo de las obras, para delimitar el área efectiva a utilizar en los trabajos de cada sitio, evitando la eliminación de cobertura que no sea requerida.	D7, D8, D9, D10, D12, C4, G4, N4, C29, G29, N29
2	MC-BE-FL-02	Pago de Servicios Ambientales, para la conservación de áreas de interés, cercanos a los sitios de obras.	Ubicar áreas de interés con cobertura boscosa, enfocados en la protección del recurso hídrico y áreas de recarga acuífera, para su inclusión y formalización en el Sistema de Pago por Servicios Ambientales (PSA), así como hábitats para la fauna que pueda verse desplazada; con un área equivalente (ha) a la afectada en cuanto a la cobertura vegetal principal impactada (bosques, plantaciones forestales entre otras). La medida se aplicaría prioritariamente en áreas o fincas cercanas a las obras, relacionadas en forma prioritaria al AID, y en caso de no registrar sitios, se podría ampliar el área de búsqueda.	D7, D8, D9, D10, D11, E11, F11, G11, I11, J11, K11, L11, O11, P11, R11, U11
3	MC-BE-FL-03	Inducción y capacitación para evitar la extracción de especies de Flora y Fauna Silvestre.	Informar y capacitar al personal contratado por el proyecto acerca de los lineamientos ambientales que deben seguir, al igual que las implicaciones legales, que puedan sufrir al manifestar comportamientos y realizar actividades contrarias a la norma nacional existente.	M7, M8, M9, M11, M12
4	MC-BE-FL-04	Rescate de Flora Silvestre.	Colecta, reintroducción o almacenamiento temporal para las especies de flora con algún grado de restricción que hayan sido rescatadas, por los diferentes procesos constructivos.	D7, D8, D9, D10
5	MC-BE-FL-05	Reforestación de hábitats naturales de importancia biológica y escénica en áreas cercanas a los sitios de obras.	Ubicar áreas de interés social y ambiental, para realizar un plan de reforestación o de enriquecimiento arbóreo de estas áreas. Utilizando métodos como la reforestación, pantallas verdes, cortinas rompe vientos, entre otras. Minimizando el impacto sobre el paisaje de las áreas alrededor de las diferentes obras y ayudando a mitigar parte de la erosión que se podría dar por la escorrentía de las aguas superficiales. Por lo que se debe trabajar en conjunto con organizaciones comunales interesadas	D7, D8, D9, D10, D11, E11, F11, G11, I11, J11, K11, L11, O11, P11, R11, U11, K12, C29, D29, G29, K29

ID	Código	Nombre	Descripción	Impactos a los que aplica
			en procesos de reforestación de hábitat natural y urbana con objetivos de protección de áreas aledañas a ríos y quebrada, belleza escénica, para efectos de compensar parte de los árboles talados en las zonas urbanas. El enfoque de compensación para este caso sería sembrar al menos la misma cantidad de árboles afectados en terrenos públicos (vías municipales y nacionales), hasta un máximo de 10 a 1 para especies con alguna particularidad ecológica especial.	
6	MC-BE-FL-06	Coordinación con personal SINAC-ACC (Cartago, San José) para reubicación y translocación de flora menor	Coordinación entre la regencia forestal del PVAAM y el SINAC, para efectos de identificar sectores y propiedades con hábitats similares a los intervenidos para implementar proceso translocación de especies de flora menor, definidos en el Plan o de Rescate de Flora.	D7, D8, D9, D10, D12
7	MC-BE-FL-07	Coordinación con SINAC, ASADAS, ADI, tanto en el medio urbano y rural prioritarias en el AID del PVAAAM para focalizar las medidas de reforestación.	Incorporar al plan de reforestación general y específicos criterios para seleccionar sitios, tanto en terrenos privados como públicos, priorizando criterios de selección como áreas de protección hídrica y recarga acuífera, corredores biológicos, reforestación urbana, para efectos de compensar la corta de árboles talados individualmente en vías municipales y nacionales, en una proporción de 10 a 1.	D7, D8, D9, D10, D11, E11, F11, G11, I11, J11, K11, L11, O11, P11, R11, U11, K12
8	MC-BE-FA-01	Rescate y liberación de fauna silvestre terrestre de sitios de obras	Disminuir la muerte potencial de fauna silvestre ocasionada por la pérdida parcial o total de su hábitat natural	D11, E11, F11, G11, I11, J11, K11, L11, O11, P11, R11, U11
9	MC-BE-FA-02	Optimizar el uso eficiente de fuentes de luz artificial en sitios de obra	Reducir el efecto de la contaminación lumínica sobre el paisaje nocturno y su fauna silvestre asociada	F11, F29
10	MC-BE-FA-03	Implementar estructuras y dispositivos que permitan el desplazamiento seguro de la fauna silvestre terrestre	La medida procura disminuir el riesgo de atropello de la fauna silvestre mediante la implementación de estructuras y dispositivos que permitan su desplazamiento seguro principalmente en áreas naturales que han sido interrumpidas por vías con tránsito vehicular frecuente. La medida incluye señalar las áreas de paso de fauna silvestre, colocación de reductores de velocidad, barreras físicas para la fauna silvestre	L11

ID	Código	Nombre	Descripción	Impactos a los que aplica
			y charlas de concientización ambiental para operadores de maquinaria	
11	MC-BE-FA-04	Implementar dispositivos que impidan el uso y/o colisión de la fauna silvestre contra la línea de suministro eléctrico	Mediante la implementación de dispositivos antiescalamiento (e.g. elementos metálicos) que impidan el acceso de la fauna silvestre a la línea de suministro eléctrico se disminuirán los accidentes por electrocución. La medida también incorpora el uso de dispositivos aisladores de la corriente eléctrica (e.g. capuchas, cubiertas) y dispersores (e.g. barreras electrostáticas, disuasores de vuelo) que evitan la electrocución de las especies cuando ocurre algún contacto con el tendido de suministro eléctrico.	U11
12	MC-BE-EA-01	Diseñar e implementar un sistema de monitoreo trimestral del ecosistema acuático.	Establecer un sistema de monitoreo trimestral de calidad del agua (calidad Biológica BMWP, Calidad Físicoquímica IH (Índice Holandés), parámetros de vertidos de aguas residuales incluyendo los parámetros de coliformes fecales y nematodos e Índice de calidad de Bosque de Rivera QBR, así como el monitoreo de diversidad de fauna acuática (peces, crustáceos, moluscos) y flora acuática, en todos aquellos ecosistemas acuáticos incluidos dentro del AP (área de proyecto).	E12, S12, H12, K12, L12, N12, M12, C12, G12, I12, J12, Q12, O12, D12, P12
13	MC-BE-EA-02	Dar tratamiento a las aguas de escorrentía generadas por las acciones del proyecto y que serán vertidas a ecosistemas acuáticos	Diseñar, implementar ,operar y dar mantenimiento a sistemas de tratamiento de aguas de escorrentía procedentes de excavaciones superficiales y subterráneas ,previo a que estas aguas sean ser vertidas en los ecosistemas acuáticos .	C12, G12, I12, J12, Q12
14	MC-BE-EA-03	Dar adecuado manejo a las actividades y obras generadas por las acciones del proyecto que alteran o modifican el ecosistema acuático	Establecer metodologías de trabajo y Diseño de obras durante todo el proceso constructivo del proyecto , que eliminen o reduzcan las alteraciones y modificaciones al ecosistema acuático	E12, S12, H12, K12, L12, N12, M12



### **11.3.1.3. Medidas correctoras de impactos identificados sobre factores del Ambiente Socioeconómico**

En el Cuadro.11.3.3, se describe de manera resumida, el conjunto de 23 medidas propuestas para corregir los impactos relevantes ( $I \geq 25$  unidades MIIA) derivados de las actividades impactantes definidas para la Fase de Construcción y para la Fase de Operación del PVAAM, que podrían generar efectos sobre los factores del Ambiente Socioeconómico.

**Cuadro.11.3.3.** Síntesis descriptiva de las medidas ambientales propuestas para corregir los impactos Importantes sobre los factores del Ambiente Socioeconómico, asociados a la construcción y operación del PVAAM.

<b>ID</b>	<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Impactos a los que aplica</b>
1	MC-SC-EM-01	Mecanismo de priorización de contratación de personal para comunidades del AID.	Diseñar e implementar un procedimiento para la contratación de personal para las diferentes obras del proyecto donde se prioriza la contratación de personal en comunidades del área de influencia del proyecto.	B17, M13, B20, A17
2	MC-SC-TE-01	Monitoreo del plan de gestión para la adquisición de propiedades y servidumbres	Mantener el contacto continuo con las Unidades Sociales Propietarias o sus representantes y generar un clima de confianza y transparencia en la adquisición de los predios requeridos.	C26, K26, A13, A25
3	MC-SC-EC-01	Procedimiento de compensación por afectación a las actividades productivas por efectos de obras	Implementar una metodología de valorización que permita la compensación para las actividades productivas.	C13, D13, N13
4	MC-SC-VIA-01	Implementación de un programa de comunicación asociado a la recuperación de vías impactadas por excavación superficial.	Para el caso de las labores de excavación superficial que demanden la eliminación de la superficie de rodamiento, la misma debe recuperarse.	G14, G15, G16, G18, G20
5	MC-SC-VIA-02	Plan de Manejo de Tránsito (PMT) para las intervenciones temporales a suscitar en rutas nacionales y cantonales durante la etapa constructiva y Programa de Educación Vial.	Cuando la obra de excavación superficial implique desvíos, cierres de carriles o cualquier afectación a la movilidad vehicular debe aplicar el plan maestro para la regulación de flujo vehicular, seguridad y educación vial.	G13, G16, G20, G22, K16, L16, N16, L22, N22
6	MC-SC-VIA-03	Reducir la intervención por excavación en la menor cantidad de tramos de la red vial mediante la utilización de la perforación horizontal dirigida.	Para disminuir la serie de impactos ocasionados, se prevé la utilización de tecnologías constructivas alternativas.	G14, G15, G16, G18, G20

<b>ID</b>	<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Impactos a los que aplica</b>
7	MC-SC-VIA-04	Coordinación interinstitucional para planificar obras de excavación.	Coordinación de las unidades ejecutoras de los proyectos PAAM y MAMSJ para planificar y ejecutar las excavaciones requeridas en un mismo sector, para que no se lleven a cabo de forma simultánea, en procura de que la colocación de las tuberías de cada proyecto impacte el menor tiempo posible	K16
8	MC-SC-VIV-01	Plan para dotar de acceso o estacionamiento adecuado en viviendas con limitación de paso por el proceso de excavación	Proporcionar entradas y estacionamientos adecuados a los vehículos de las viviendas en zonas que se utilizaran para el desarrollo de las obras, con el fin de minimizar los impactos que esta actividad puede generar (parqueos temporales, estructuras temporales para facilitar ingreso para 1777 viviendas, zona crítica)	G28, G20
9	MC-SC-SA-01	Monitoreo social de la optimización del proceso de excavación superficial y construcción.	Ante el detrimento de los determinantes ambientales de la salud, debe optimizarse los procesos asociados a la construcción de obras. Plazos temporales de obras según zonas críticas.	B21, C21, D21, G21, J21, L21, N21
10	MC-SC-SA-02	Plan de aislamiento acústico y visual de las instalaciones de la Asociación RENACER	Aislamiento acústico como el conjunto de técnicas, sistemas y tratamientos encaminados a reducir y/o evitar la transmisión de las ondas sonoras (y las vibraciones), por vía aérea o vía estructural, entre un recinto emisor y un recinto receptor. En términos de magnitud física, el aislamiento acústico será la porción de energía que la onda sonora se atenúa al transmitirse desde un recinto emisor a un receptor.	K21, M22, L21
11	MC-SC-ED-01	Seguimiento al plan para la remediación de daños a infraestructura y control del ruido en Centros Educativos	Establecer un protocolo para recuperar y aislar la infraestructura educativa que se pueda ver afectada por construcción de obras, o en caso de contaminación sónica que impida las labores académicas	G15 , K15, L15
12	MC-SC-IN-02	Proyecto de recuperación de infraestructura vial del Puente Negro de Orosi y puente en comunidad Navarro el Muñeco.	Establecer un proyecto de recuperación de infraestructura vial vulnerable por tránsito de maquinaria pesada, en el Puente Negro de Orosi y el puente Navarro el Muñeco.	L18
13	MC-SC-IN-03	Plan de remediación de daños a infraestructura pública (electricidad, agua	En caso de verse afectada la infraestructura de servicios públicos deben recuperarse en la inmediatez de la ocurrencia	G23, R16, M23, G27

<b>ID</b>	<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Impactos a los que aplica</b>
		potable, agua residual, Puentes, Fibra óptica, aceras, cercamientos perimetrales)	del evento (Electricidad, agua potable, agua residual, Puentes, Fibra óptica, aceras, cercamientos perimetrales)	
14	MC-SC-IN-04	Diseño de los puente-tubería con barreras físicas que impidan la circulación de personas entre márgenes	Establecer barreras físicas que impidan el tránsito de personas entre márgenes en los diferentes puentes-tubería del trayecto	K22
15	MC-SC-IN-05	Programa de gestión y seguridad del abastecimiento de agua potable en comunidades del AID	Establecer medidas tendientes a asegurar el funcionamiento adecuado de los sistemas de agua potable vulnerables a las obras y actividades del proyecto pertenecientes a comunidades del AID	I27, R20, E13, E23
16	MC-SC-IN-06	Mejoramiento de la seguridad vial del tramo Puente Negro de Orosi-Finca El Cedral	Mejorar las condiciones de vialidad del tramo Puente Negro hasta la entrada a la Finca el Cedral, específicamente, la zona de curvas en relación a vivienda antigua	L20, L21, K28
17	MC-SC-OR-02	Unidad técnica para la atención y gestión de molestias comunales y promoción del proyecto	Establecimiento de oficina de atención de molestias de las comunidades en área de influencia del proyecto. Asimismo, que sea facilitadora de una estrategia de comunicación y divulgación de beneficios del proyecto.	D20, G20, L20, K20, I20, N20, R20
18	MC-SC-OR-03	Sensibilización sobre el tema de explosivos en las comunidades de AID	En aquellas comunidades que así lo requieran al proyecto, llevar a cabo proceso de inducción en temas asociados a usos de explosivos y su relación a la sismicidad	I21, I22
19	MC-SC-OR-04	Diagnóstico ambiental y plan de acción ambiental del Acueducto Orosi 1	El Diagnóstico Ambiental está constituido por un conjunto de estudios, análisis y propuestas de actuación y seguimiento que abarcan el estado ambiental del Acueducto Orosi 1	R20
20	MC-SC-OR-05	Inducción del código de conducta para trabajadores del proyecto.	Divulgar el código de conducta para trabajadores de las obras y actividades constructivas	M22
21	MC-SC-COM-01	Estrategia para la promoción de solidaridad hídrica entre zonas de captación y de consumo.	Mejorar la comunicación y el apoyo técnico con las municipalidades que comparten territorio en las áreas de recarga y las zonas de abastecimiento. Potenciar el fortalecimiento de las relaciones entre gobiernos locales	R27

ID	Código	Nombre	Descripción	Impactos a los que aplica
			beneficiados del agua potable y los municipios “colectores de agua”.	
22	MC-SC-ARQ-01	Implementación de plan de gestión de recurso arqueológico en sitios previamente identificados con presencia de remanentes culturales precolombinos.	Diseñar e implementar un plan de gestión de recurso arqueológico que permita la disminuir la afectación y destrucción de los remanentes culturales contenidos en el área de proyecto antes de que inicien las labores constructivas, o ante un hallazgo fortuito durante el desarrollo de las mismas.	C24, D24, G24
23	MC-SC-ARQ-02	Sensibilización del personal en etapa constructiva para la adecuada gestión del recurso arqueológico	Diseñar e implementar un programa de charlas inductivas y material de apoyo (manual de bolsillo, presentaciones y material de apoyo impreso), dirigidas el personal del proyecto sobre el adecuado manejo del recurso arqueológico (legislación y procedimientos); que permita disminuir la afectación y destrucción de los remanentes culturales; contenidos en el área de proyecto por acción del personal. Dicha inducción debe realizarse cada vez que se dé la contratación de personal.	C24, D24, G24, M24



## **12. Plan de Gestión Ambiental (PGA)**

En el presente apartado se presenta el cuadro resumen del Plan de Gestión Ambiental (PGA) propuesto para llevar adelante la implementación de las Medidas Correctoras (MC) planteadas en el apartado 11.3 anteriormente desarrollado y hacer su respectivo monitoreo durante la Fase de Gestión Ambiental del PVAAM.

Para conocer mayores detalles de este plan, el lector debe remitirse al Tomo XVI, capítulo 12 del informe técnico completo del EsIA del PVAAM. En ese mismo documento se incorpora la versión en detalle del cronograma propuesto para implementar el plan que aquí se resume.

### **12.1. Propósito**

Exponer en detalle la estrategia de trabajo que el AyA planea pondrá en práctica para ejecutar y hacer el debido seguimiento (monitoreo) de los compromisos socioambientales asumidos ante la autoridad ambiental nacional y otras partes interesadas a través de las MC propuestas para gestionar los impactos potenciales derivados del eventual desarrollo del Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano.

### **12.2. Alcance**

Este plan comprende las acciones que el AyA se compromete a realizar para controlar los impactos negativos significativos y potenciar algunos de los impactos positivos que se prevé que ocurrirán sobre el entorno biofísico y socioeconómico-cultural dentro del que se llevarán a cabo las actividades inherentes a las fases de construcción y de operación del Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano.

Tales acciones corresponden propiamente a las labores que deberán llevarse a cabo tanto para implementar (ejecutar) cada una de las MC que se incluyen en el PGA, como las que sea necesario realizar en atención de (1) la necesidad de dar seguimiento y hacer verificación del estado de cumplimiento de cada una de las medidas planteadas y (2) evaluar el grado de efectividad y eventual requerimiento de ajuste de las mismas, en aras de lograr los objetivos ambientales establecidos en cada caso.

### **12.3. Objetivo general**

Establecer el marco de actuación del AyA durante el desarrollo de la tercera etapa del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto “V Ampliación del Acueducto Metropolitano” -correspondiente a la etapa de Gestión Ambiental- en relación con las acciones que llevará a cabo el equipo técnico responsable de manejar los impactos ambientales y sociales derivables de la implementación de las actividades propuestas, tanto durante la fase constructiva, como durante la fase de operación, en aras de alcanzar los objetivos ambientales fijados.

### **12.4. Objetivos específicos**

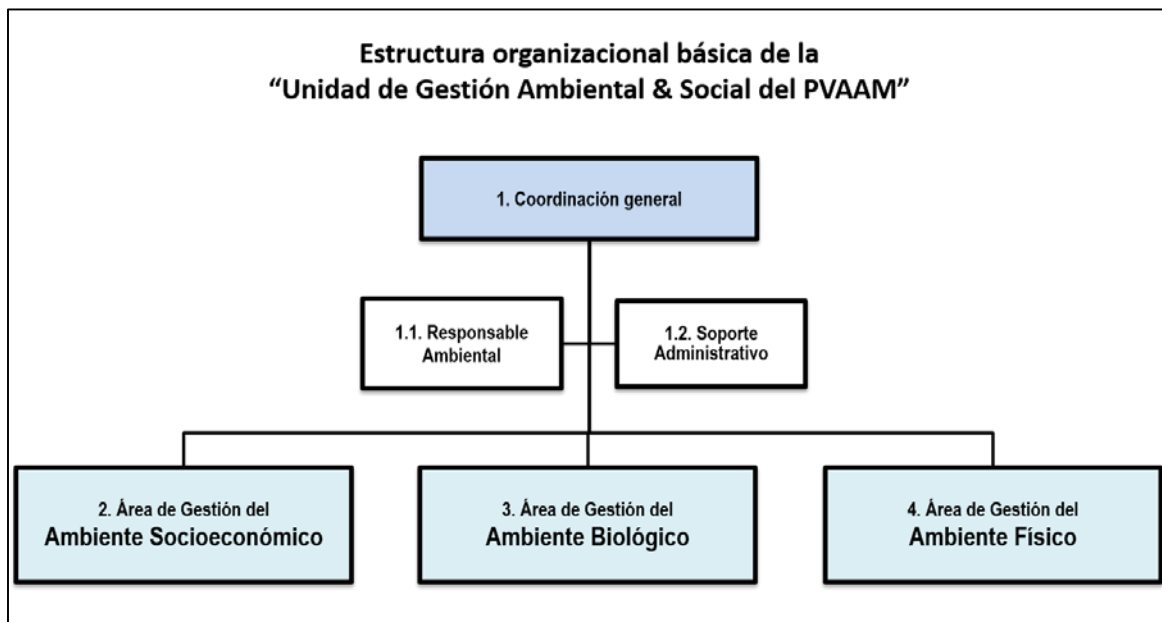
- Presentar el detalle de los procesos de ejecución y de monitoreo de las MC que el AyA se compromete a realizar durante la etapa de Gestión Ambiental del PVAAM.
- Definir la estructura orgánica básica propuesta para llevar a cabo la implementación y el correspondiente monitoreo del presente PGA.

- Definir los elementos operativos mínimos que deberá contemplar el personal encargado de ejecutar los procesos de implementación y de monitoreo de las MC incluidas en el presente PGA.
- Establecer los indicadores que se emplearán en cada caso como elementos de respaldo para evidenciar (1) el estado de avance en el cumplimiento de los compromisos socioambientales asumidos a través de las MC propuestas, así como (2) el nivel de efectividad de éstas según los objetivos ambientales definidos, de cara al proceso de rendición de cuentas ante las distintas partes interesadas.

## 12.5. Esquema organizacional básico propuesto para implementar el PGA

Para llevar adelante la implementación del presente plan durante la vida útil del Proyecto, se contempla la adopción de un esquema organizacional concebido para actuar de manera autónoma en términos de su capacidad para atender oportuna y eficazmente las acciones correctivas y de seguimiento comprendidas en el mismo, procurando optimizar el uso de los recursos materiales, el capital humano y el tiempo requeridos para desarrollar cada uno de esos programas con eficiencia y eficacia.

La Figura 12.5.1 presenta el organigrama básico de la estructura organizacional definida por el proponente del proyecto para llevar adelante la implementación del presente PGA.



**Figura 12.5.1.** Organigrama básico de la "Unidad de Gestión Ambiental & Social" responsable de la implementación del PGA contenido dentro del EsIA del "Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano (PVAAM)".

En el Cuadro.0.0.1 se describe el alcance de las responsabilidades -y algunas observaciones importantes- para cada una de las áreas operativas y el staff de apoyo a la Coordinación General, que conformarían la Unidad de Gestión Ambiental & Social responsable de la implementación y el seguimiento del presente PGAS.

**Cuadro.12.5.1.** Descripción de las responsabilidades principales definidas para las áreas de gestión que conforman la Unidad de Gestión Ambiental & Social responsable de implementar el PGA contenido en el EsIA del “Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano (PVAAM)”.

N°	Rol del Área	Responsabilidades principales	Observaciones
1.	Coordinación general.	Planificar y hacer seguimiento-control de la ejecución de las labores del equipo de trabajo, en correspondencia con el programa general definido para las Fases de Construcción y eventualmente de Operación del proyecto.	A efecto de mantener la debida separación de responsabilidades, este puesto no deberá ser ocupado por la persona designada por el AyA como Responsable Ambiental del proyecto.
		Planifica y da seguimiento a los procesos para la gestión de otras licencias (permisos) ambientales requeridas, según la distribución de responsabilidades que se defina para la tramitación de cada una, incluyendo la eventual necesidad de tramitar modificaciones a la Viabilidad Ambiental conferida, ante la SETENA.	Coordina los procesos de obtención de otras licencias ambientales requeridas, que no se vinculen al ámbito de trabajo de las restantes Áreas de Gestión, tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Obtención de nuevas viabilidades o modificación de viabilidades ya conferidas, ante la SETENA.</li> <li>▪ Permiso de funcionamiento de instalaciones provisionales.</li> <li>▪ Permisos forestales.</li> <li>▪ Permiso de vertidos.</li> <li>▪ Otros.</li> </ul>
		Planificar y hacer control del avance en la ejecución del presupuesto.	Contribuir en la formulación de los planes operativos anuales y hacer seguimiento bisemanal de los programas de trabajo y la ejecución presupuestaria de cada área técnica del proceso. Brindar reportes periódicos a las jefaturas superiores para las que se establezca generar este tipo de reportes.
1.1	Responsable ambiental.	Dar seguimiento ambiental y hacer verificación del estado de cumplimiento de las MC. Preparar los Informes de Regencia Ambiental (IRA) y hacer su reporte periódico ante la SETENA.	Es el encargado del contacto oficial y realimentación periódica entre el proyecto y la SETENA, para los fines que así lo demanden.

N°	Rol del Área	Responsabilidades principales	Observaciones
		<p>Hacer verificación del cumplimiento del “Código de Buenas Prácticas Ambientales” (Anexo 2, D.E. N° 32079-MINAE: <i>“Manual de Instrumentos técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental -Manual de EIA- Parte I”</i>).</p> <p>Hacer verificación del cumplimiento del marco normativo ambiental vigente aplicable a las actividades y obras del proyecto.</p>	
1.2	Soporte administrativo	Brindar apoyo administrativo para el personal que labora en la Unidad de Gestión Ambiental & Social.	Compila presupuestos, reporta planillas, cobra viáticos, hace movimientos de personal, solicita transportes, reproduce documentos, administra la correspondencia entre otras labores de oficina.
2.	Área de Gestión del Ambiente Socioeconómico	Será el área de trabajo o departamento responsable de planificar a nivel operativo y ejecutar las tareas inherentes al proceso de implementación y monitoreo de las MC propuestas para gestionar los impactos susceptibles de afectar los factores vinculados al Ambiente Socioeconómico del Área de Influencia del Proyecto.	<p>Este staff técnico es responsable de implementar y monitorear las 23 MC a las que refieren los siguientes códigos y cuyo detalle se puede constatar en el Capítulo 11:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ MC-SC-EM-01</li> <li>▪ MC-SC-TE-01</li> <li>▪ MC-SC-EC-01</li> <li>▪ MC-SC-VIA-01</li> <li>▪ MC-SC-VIA-02</li> <li>▪ MC-SC-VIA-03</li> <li>▪ MC-SC-VIA-04</li> <li>▪ MC-SC-VIV-01</li> <li>▪ MC-SC-SA-01</li> <li>▪ MC-SC-SA-02</li> <li>▪ MC-SC-ED-01</li> <li>▪ MC-SC-OR-02</li> <li>▪ MC-SC-OR-03</li> <li>▪ MC-SC-OR-04</li> <li>▪ MC-SC-OR-05</li> <li>▪ MC-SC-IN-02</li> <li>▪ MC-SC-IN-03</li> <li>▪ MC-SC-IN-04</li> <li>▪ MC-SC-IN-05</li> <li>▪ MC-SC-IN-06</li> <li>▪ MC-SC-COM-01</li> <li>▪ MC-SC-ARQ-01</li> <li>▪ MC-SC-ARQ-02</li> </ul>

N°	Rol del Área	Responsabilidades principales	Observaciones
			<p>Dentro del personal asignado a esta Área de Gestión, deberá designarse un "Coordinador de Área" (sin dejar de atender su rol de ejecutor de MC), responsable de compilar los reportes de avance en el cumplimiento y evaluación de la eficacia de las MC, para generar el reporte requerido por el Responsable Ambiental para preparar los Informes de Regencia Ambiental (IRA) que periódicamente deban remitirse a la SETENA.</p>
3.	Área de Gestión del Ambiente Biológico	<p>Será el área de trabajo o departamento responsable de planificar a nivel operativo y ejecutar las tareas inherentes al proceso de implementación y monitoreo de las MC propuestas para gestionar los impactos susceptibles de afectar los factores vinculados al Ambiente Biológico del Área de Influencia del Proyecto.</p>	<p>Este staff técnico es responsable de implementar y monitorear las 14 MC a las que refieren los siguientes códigos y cuyo detalle se puede constatar en el Capítulo 11:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ MC-BE-FL-01</li> <li>▪ MC-BE-FL-02</li> <li>▪ MC-BE-FL-03</li> <li>▪ MC-BE-FL-04</li> <li>▪ MC-BE-FL-05</li> <li>▪ MC-BE-FL-06</li> <li>▪ MC-BE-FL-07</li> <li>▪ MC-BE-FA-01</li> <li>▪ MC-BE-FA-02</li> <li>▪ MC-BE-FA-03</li> <li>▪ MC-BE-FA-04</li> <li>▪ MC-BE-EA-01</li> <li>▪ MC-BE-EA-02</li> <li>▪ MC-BE-EA-03</li> </ul> <p>Dentro del personal asignado a esta Área de Gestión, deberá designarse un "Coordinador de Área" (sin dejar de atender su rol de ejecutor de MC), responsable de compilar los reportes de avance en el cumplimiento y evaluación de la eficacia de las MC, para generar el reporte requerido por el</p>



N°	Rol del Área	Responsabilidades principales	Observaciones
			<p>Responsable Ambiental para preparar los Informes de Regencia Ambiental (IRA) que periódicamente deban remitirse a la SETENA.</p>
4.	<p>Área de Gestión del Ambiente Físico.</p>	<p>Será el área de trabajo o departamento responsable de planificar a nivel operativo y ejecutar las tareas inherentes al proceso de implementación y monitoreo de las MC propuestas para gestionar los impactos susceptibles de afectar los factores vinculados al Ambiente Físico del Área de Influencia del Proyecto.</p>	<p>Este staff técnico es responsable de implementar y monitorear las 21 MC a las que refieren los siguientes códigos y cuyo detalle se puede constatar en el Capítulo 11:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ MA-FQ-Asub-01</li> <li>▪ MA-FQ-Asub-02</li> <li>▪ MA-FQ-Asub-03</li> <li>▪ MA-FQ-SM-01</li> <li>▪ MA-FQ-SM-02</li> <li>▪ MA-FQ-SM-03</li> <li>▪ MA-FQ-AR-01</li> <li>▪ MA-FQ-AR-02</li> <li>▪ MA-FQ-AR-03</li> <li>▪ MA-FQ-Asp-01</li> <li>▪ MA-FQ-Asp-02</li> <li>▪ MA-FQ-Asp-03</li> <li>▪ MA-FQ-Asp-04</li> <li>▪ MA-FQ-Asp-05</li> <li>▪ MA-FQ-Asp-06</li> <li>▪ MA-FQ-Asp-07</li> <li>▪ MA-FQ-Asp-08</li> <li>▪ MA-FQ-Asp-09</li> <li>▪ MA-FQ-Asp-10</li> <li>▪ MA-FQ-Asp-11</li> <li>▪ MA-FQ-Gmf-02</li> </ul> <p>Dentro del personal asignado a esta Área de Gestión, deberá designarse un "Coordinador de Área" (sin dejar de atender su rol de ejecutor de MC), responsable de compilar los reportes de avance en el cumplimiento y evaluación de la eficacia de las MC, para generar el reporte requerido por el Responsable Ambiental para preparar los Informes de Regencia Ambiental (IRA) que periódicamente deban remitirse a la SETENA.</p>

12.6. Resumen del Plan de Gestión Ambiental (PGA): Gestión de los impactos sobre el Ambiente Físico.

Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo											
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental				
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador
Excavación subterránea	Aguas subterráneas	Decreto 37757-S. Decreto 37788-S. Decreto 28930-S. Decreto 30131-MINAE-S. Decreto 39316-S. Norma técnica NFPA 400. Norma técnica NFPA 30. Ley 8839. Decreto 37567-S-MINAET-H. Decreto 39472-S. Decreto 11492-S. Decreto 1. Ley 276. Decreto 32868.	11	Alteración y contaminación de acuíferos por excavaciones subterráneas	MC-FQ-SM-01	Seguimiento y control de obras subterráneas	Mitigado	Durante la fase de construcción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coordinador del Proceso Constructivo.</li> <li>▪ Coordinador del Área de Ingeniería</li> <li>▪ Geólogo destacado en obra</li> <li>▪ Ingeniero geotecnista destacado en obra</li> </ul>	US\$ 1 309 270,83	Dar un seguimiento y control al proceso constructivo de las obras subterráneas del proyecto con el fin de minimizar el grado de incertidumbre sobre los modelos geológicos, hidrogeológicos y geotécnicos y con ello reducir los posibles impactos ambientales relacionados con el suelo, macizo rocoso y agua subterránea.	Longitud de la obra subterránea ejecutada y de la cual se tiene información derivada del proceso de seguimiento y control geológico y geotécnico.	Verificar la información procesada y respaldada en la base de datos correspondiente para cada obra subterránea del proyecto.	Bisemanal	Informe de avance de actividades ejecutadas y registro fotográfico	Conforme se avanza con el proceso de excavación debe quedar el registro del seguimiento geológico y geotécnico de al menos el tramo excavado en la última bisemana de trabajo. De no ser así, el proceso de excavación puede continuar siempre y cuando el constructor y el grupo a cargo de ejecutar la medida definan una estrategia para ponerse al día con la toma y documentación de la información correspondiente. De manera tal que se avance con la excavación bajo un criterio consensuado, partiendo de la premisa de presentar la menor incertidumbre posible sobre las condiciones del medio previo al avance constructivo.
Excavación subterránea	Macizo rocoso		15	Inestabilidad de masas rocosas por excavaciones subterráneas			Mitigado									
Excavación subterránea	Suelo		16	Inestabilidad de masas de suelo por excavaciones subterráneas			Mitigado									
Excavación subterránea	Vivienda		128	Afectación a viviendas por vibraciones			Mitigado									

Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo												
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental					
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador	
Desmante y limpieza	Suelo	Código de cimentaciones de Costa Rica Código geotécnico de taludes y laderas de Costa Rica Decreto 25235-MTSS Decreto 33957-MINAE-MAG Ley 6119 Ley 833	D6	Inestabilidad de masas de suelo por alteración de su estructura física	MC-FQ-SM-02	Seguimiento y control de sitios potenciales a deslizamientos	Mitigado	Durante la fase de construcción y operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coordinador del Proceso Constructivo.</li> <li>▪ Coordinador del Área de Ingeniería</li> <li>▪ Geólogo destacado en obra</li> <li>▪ Ingeniero geotecnista destacado en obra</li> </ul>	US\$ 270 211,56	<p>Dar un seguimiento y control geológico y geotécnico al proceso constructivo de las obras que serán emplazadas en sitios definidos como potencialmente con amenazas a deslizamientos. A su vez evaluar el comportamiento geotécnico de dichas obras y la estabilidad de laderas durante la fase de construcción y operación del proyecto.</p> <p>Área del sitio de obra con potencial de amenaza a deslizamientos y de la cual se tiene el registro de la información derivada del proceso de seguimiento y control geológico y geotécnico del proceso constructivo correspondiente y la posterior etapa de operación</p> <p>Verificar la información procesada y respaldada en la base de datos correspondiente para cada sitio de obra del proyecto con potencial de amenaza a deslizamientos.</p> <p>Bisemanal durante la etapa de construcción y trimestral durante la operación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Informe de avance de actividades ejecutadas y registro fotográfico para la etapa de construcción.</li> <li>▪ Informes parciales de los resultados obtenidos y registro fotográfico durante la etapa de operación</li> </ul> <p>Conforme se avanza con el proceso de construcción debe quedar el registro del seguimiento geológico y geotécnico en función del avance y áreas intervenidas durante la última bisemana de trabajo. De no ser así, el proceso de construcción puede continuar siempre y cuando el constructor y el grupo a cargo de ejecutar la medida definan una estrategia para ponerse al día con la toma y documentación de la información correspondiente. De manera tal que se avance con la construcción bajo un criterio consensuado, partiendo de la premisa de presentar la menor incertidumbre posible sobre las condiciones del medio previo al avance constructivo.</p>						
Construcción y presencia de infraestructura	Macizo rocoso		K5	Deformaciones e inestabilidad de masas rocosas producto de la colocación de cargas externas													Mitigado
Construcción y presencia de infraestructura	Suelo		K6	Deformaciones e inestabilidad del suelo producto de la colocación de cargas externas													Mitigado
Excavación subterránea	Vivienda		I28	Afectación a viviendas por vibraciones													Mitigado

Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo											
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental				
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador
Excavación subterránea	Vivienda	Decreto 37757-S. Decreto 37788-S. Decreto 28930-S. Decreto 30131-MINAE-S. Decreto 39316-S. Decreto 33957-MINAE-MAG. Decreto 30131-MINAE-S.	H14	Afectación de actividades recreativas relacionadas a cursos de agua	MC-FQ-SM-03	Implementación de sistemas para protección contra erosión	Mitigado	Durante la fase de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coordinador del Proceso Constructivo.</li> <li>▪ Coordinador del Área de Ingeniería</li> <li>▪ Geólogo destacado en obra</li> <li>▪ Ingeniero Geotecnista destacado en obra</li> <li>▪ Ingeniero Hidrólogo</li> <li>▪ Ingeniero Hidráulico</li> </ul>	US\$ 157 959,61	Dar un seguimiento y control geológico y geotécnico al proceso constructivo relacionado con la intervención de ríos y quebradas por donde cruzan las tuberías. Asimismo, bajo el criterio de los profesionales a cargo de dicho proceso, implementar medidas o sistemas temporales de protección para el control de erosión del suelo y macizo rocoso cercano al cauce de estos ríos y quebradas, y que por efecto del agua podrían ocasionar deslizamiento de masas.	Número de ríos y quebradas intervenidas como parte de la colocación tuberías y demás obras del proyecto, de los cuales se tiene el registro de la información derivada del proceso de generación especificaciones y planos y del proceso de seguimiento y control geológico y geotécnico durante la fase constructiva.	Verificar la información procesada y respaldada como parte de un sistema de gestión de documentación del proyecto o bases de datos.	Bisemanal	Informe de avance de actividades ejecutadas y registro fotográfico	Previo al inicio de las labores constructivas, para cada uno de los ríos y quebradas intervenidos como parte de la ejecución de las obras del proyecto, debe quedar registro sobre las especificaciones y planos de taller y el protocolo de seguimiento y control de las medidas de protección contra erosión que a criterio de los profesionales a cargo deben implementarse para evitar deslizamientos de masas. De no ser así, el proceso de construcción puede iniciarse siempre y cuando el constructor y el grupo a cargo de ejecutar la medida definan una estrategia para llevar a cabo las medidas de protección contra erosión y su correspondiente protocolo de seguimiento y control.
Desvío de cursos de agua	Suelo		H-6	Inestabilidad de masas de suelo por procesos de erosión			Mitigado									
Desvío de cursos de agua	Macizo rocoso		H5	Inestabilidad de masas rocosas por procesos de erosión			Mitigado									
Establecimiento y manejo de escombreras	Aguas subterráneas		C1	Contaminación de aguas subterráneas por lixiviados de escombreras			Evitado									

Impacto			Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo													
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental				
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador
Desmante y limpieza	Aguas Subterráneas	Ley 276 Ley 1634 Decreto 38924-S. Decreto 32529-S- MINAE Decreto 35884- MINAET	D1	Alteración de zonas de recarga por desmante y limpieza	MC-FQ-Sub-01	Control y monitoreo hidrogeológico de nacientes, manantiales y pozos.	Evitación	Antes y durante la fase de construcción. Durante la fase de operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coordinador del proceso constructivo</li> <li>Coordinador de Ingeniería</li> <li>Geólogo (Hidrogeólogo) destacado en obra.</li> </ul>	US\$ 307 409,38	Anticipar de manera oportuna cualquier afectación a manantiales o pozos por efecto de las excavaciones superficiales o subterráneas de las obras.	Porcentaje de elementos hidrogeológicos monitoreados.	Verificar el avance de los monitoreos llevados a cabo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trimestralmente antes de la construcción.</li> <li>Mensualmente durante la construcción</li> </ul>	Base de datos de reportes de monitoreos, generado por el encargado de los mismos	Antes del inicio de cualquier obra, igualmente durante la construcción de la misma, debe existir el registro de monitoreos de elementos hidrogeológicos.  De no ser así el encargado del proceso constructivo, así como el cargo de ingeniería, debe coordinar con las jefaturas correspondientes para proceder con el monitoreo de dichos elementos.
Excavación subterránea	Aguas Subterráneas	I1	Alteración y contaminación de acuíferos por excavaciones subterráneas													
Excavación subterránea	Aguas Subterráneas	Ley 276 Ley 1634 Decreto 38924-S. Decreto 32529-S- MINAE Decreto 35884- MINAET	I1	Alteración y contaminación de acuíferos por excavaciones subterráneas	MC-FQ-Sub-02	Abastecimiento de agua a posibles afectados durante procesos constructivos.	Compensación	Durante la fase de construcción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regente Ambiental</li> <li>Dueño del proyecto</li> <li>Geólogo (Hidrogeólogo) destacado en obra</li> </ul>	US\$ 194 947,75	Compensar a la población que sufra de alguna alteración de sus fuentes de agua como consecuencia de las excavaciones subterráneas.	Avance de los estudios para el abastecimiento de agua de los sitios afectados.	Verificar el avance de los estudios requeridos.	Semanalmente en caso de que ocurra el desabastecimiento de algún sitio.	Minutas de avances de estudios requeridos.	En caso de ocurrir o de visualizarse un desabastecimiento en algún sitio, se deben generar los estudios hidrogeológicos necesarios, para suplir el recurso.  En caso de que no se realicen estos estudios, el gestor ambiental coordinará tanto con el dueño del proyecto como con los encargados de construcción para realizar los estudios necesarios.
Desvío de cursos de agua	Actividades recreativas	H14	Afectación de actividades recreativas relacionadas a cursos de agua													
Excavación subterránea	Aguas Subterráneas	Ley 276 Ley 1634 Decreto 38924-S. Decreto 32529-S- MINAE Decreto 35884- MINAET	I1	Alteración y contaminación de acuíferos por excavaciones subterráneas	MC-FQ-Sub-03	Acompañamiento y orientación técnica para una adecuada valoración, análisis y gestión del recurso hídrico local	Compensación	Durante la fase de construcción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geólogo (Hidrogeólogo) destacado en obra</li> </ul>	US\$ 211 089,13	Acompañamiento y orientación técnica para una adecuada valoración, análisis y gestión del recurso hídrico local.	Número de atenciones en materia hidrogeológica y de gestión del recurso.	Porcentaje de situaciones atendidas de forma satisfactoria.	Mensualmente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informes de avances de los estudios.</li> <li>Encuestas de satisfacción a las comunidades atendidas</li> </ul>	En caso de que se presente una solicitud por parte de la comunidad, se debe identificar si es posible y necesaria la atención, para proceder con el acompañamiento y los estudios técnicos necesarios.
Excavación superficial	Aguas Subterráneas	G1	Alteración de acuíferos por excavaciones superficiales													



Impacto			Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo														
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental					
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador	
Establecimiento y manejo de escombreras	Aire	Decreto 11492-S Decreto 39704-S. Ley 8839 Código de Buenas Prácticas Ambientales Resolución N°479-2014-SETENA	C3	Contaminación del aire por material particulado.	MC-FQ-AR-01	Controlar la generación de material particulado		Mitigado	Antes, durante y después de la fase de construcción.	US\$ 113 828,16	Monitorear, controlar y reducir las inmisiones de material particulado, producto de las actividades constructivas del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Porcentaje de monitoreos de inmisiones realizados (<b>Meta 1</b>).</li> <li>▪ Porcentaje de actividades implementadas observadas en la inspección visual en campo (<b>Meta 2</b>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar en campo el cumplimiento de la actividad (<b>Meta 1</b>).</li> <li>▪ Verificar en campo el cumplimiento de las actividades implementadas (<b>Meta 2</b>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Antes, durante y después del proceso constructivo (<b>Meta 1</b>).</li> <li>▪ Bisemanal (<b>Meta 2</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Informe de los resultados de análisis de inmisiones (<b>Meta 1</b>).</li> <li>▪ Informe sobre las actividades que no se implementaron, identificadas en la inspección visual (<b>Meta 2</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se debe verificar que los monitoreos de inmisiones se realicen antes, durante y después del proceso constructivo, con el fin contar con datos que permitan conocer las inmisiones presentes e intensificar la implementación de las actividades para mitigar las emisiones en caso de aumentar los niveles de las inmisiones (<b>Meta 1</b>).</li> <li>▪ Se debe verificar en cada frente de trabajo la implementación de barreras de retención de material particulado, existencia de sistemas de aspersión de agua, manto en góndolas de vagonetas, verificar que se respete la velocidad máxima de circulación de 25 km/h, así como el uso de la técnica Perforación Horizontal Dirigida. En caso de que dichas actividades no sean implementadas, se debe reportar al encargado de cada frente para solventar de manera inmediata la inconformidad detectada (<b>Meta 2</b>).</li> </ul>	
Desmonte y limpieza	Aire		D3	Contaminación del aire por material particulado.													Mitigado
Excavación superficial	Aire		G3	Contaminación del aire por material particulado.													Mitigado
Excavación subterránea	Aire		I3	Contaminación del aire por material particulado y generación de contaminación sónica.													Mitigado
Elaboración de concretos	Aire		J3	Contaminación del aire por material particulado y generación de contaminación sónica.													Mitigado
Construcción y presencia de infraestructura	Aire		K3	Contaminación del aire por material particulado y generación de contaminación sónica.													Mitigado
Uso de equipo y maquinaria	Aire		L3	Contaminación del aire por material particulado, emisiones de gases contaminantes y contaminación sónica.													Mitigado
Acopio temporal de materiales excavados y de construcción	Aire		N3	Contaminación del aire por material particulado.													Mitigado

Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo											
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental				
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador
Almacenamiento y uso de sustancias químicas	Aire	Decreto 11492-S Ley 8839 Decreto 30184-MOPT Ley 9078 Código de Buenas Prácticas Ambientales Resolución N°479-2014-SETENA	P3	Contaminación del aire por emisiones de gases.	MC-FQ-AR-02	Controlar la generación de inyecciones de gases contaminantes	Mitigado	Antes, durante y después de la fase de construcción.	Gestor Ambiental Coordinador del proceso constructivo.	US\$ 87 817,88	Monitorear, controlar y reducir las inyecciones de gases contaminantes, producto de las actividades constructivas del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Porcentaje de monitoreos de inyecciones realizados (<b>Meta 1</b>).</li> <li>▪ Porcentaje de actividades implementadas, observadas en la inspección visual en campo y revisión de registros (<b>Meta 2</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar en campo el cumplimiento de la actividad (<b>Meta 1</b>).</li> <li>▪ Verificar en campo el cumplimiento de las actividades implementadas (<b>Meta 2</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Antes, durante y después del proceso constructivo (<b>Meta 1</b>).</li> <li>▪ Cada vez que ingrese nueva maquinaria y mensual para la maquinaria que se encuentra en el proyecto (<b>Meta 2</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Informe de los resultados de análisis de inyecciones (<b>Meta 1</b>).</li> <li>▪ Informe sobre las actividades que no se implementaron, identificadas en la inspección visual en campo y revisión de registros (<b>Meta 2</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se debe verificar que los monitoreos de inyecciones se realicen antes, durante y después del proceso constructivo, con el fin de contar con datos que permitan conocer las inyecciones presentes e intensificar la implementación de las actividades en caso de aumentar los niveles de las inyecciones (<b>Meta 1</b>).</li> <li>▪ Se debe verificar los registros de RTV, registros de revisión mensual de maquinaria y equipo en avería, contratos que incluyan cláusulas ambientales. En caso de que dichas actividades no sean implementadas, se debe reportar al encargado de cada frente para solventar de manera inmediata la inconformidad detectada (<b>Meta 2</b>).</li> </ul>
Generación de residuos	Aire		O3	Contaminación del aire por emisiones de gases.			Mitigado									
Uso de equipo y maquinaria	Aire		L3	Contaminación del aire por material particulado, emisiones de gases contaminantes y contaminación sónica.			Mitigado									

Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo											
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental				
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador
Uso de equipo y maquinaria	Aire	Decreto 39428-S Decreto 11492-S Decreto 30184-MOPT Ley 9078 Decreto 38937-MOPT Código de Buenas Prácticas Ambientales Resolución N°479-2014-SETENA	L3	Contaminación del aire por material particulado, emisiones de gases contaminantes y contaminación sónica.	MC-FQ-AR-03	Controlar la generación de ruido ambiental	Mitigado	Durante la fase de construcción.	Gestor Ambiental Coordinador del proceso constructivo.	US\$ 89 684,87	Monitorear, controlar y reducir las emisiones de ruido, producto de las actividades constructivas del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Porcentaje de monitoreos de inmisiones realizados <b>(Meta 1)</b>.</li> <li>▪ Porcentaje de actividades implementadas que fueron observadas en la inspección visual en campo y revisión de registros <b>(Meta 2)</b>.</li> <li>▪ Porcentaje de modificaciones de diseño revisiones del proceso constructivo asociado a la reducción del efecto de vibraciones implementadas y que hayan sido observadas en la inspección visual en campo y revisión de registros <b>(Meta 3)</b>.</li> <li>▪ Verificar en campo el cumplimiento de la actividad <b>(Meta 1)</b>.</li> <li>▪ Verificar en campo el cumplimiento de las actividades implementadas <b>(Meta 2)</b>.</li> <li>▪ Verificar en el diseño el área que podría verse afectada por vibraciones y verificar en campo la revisión del proceso constructivo <b>(Meta 3)</b>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Un mes antes del proceso constructivo y mensual durante el proceso constructivo <b>(Meta 1)</b>.</li> <li>▪ Bimensual <b>(Meta 2)</b>.</li> <li>▪ Mensual <b>(Meta 3)</b>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Informe de los resultados de monitoreo de ruido <b>(Meta 1)</b>.</li> <li>▪ Informe sobre las actividades que no se implementaron, identificadas en la inspección visual en campo y revisión de registros <b>(Meta 2)</b>.</li> <li>▪ Revisión de registro de cambios en el diseño y del proceso constructivo <b>(Meta 3)</b>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se debe verificar que los monitoreos de inmisiones se realicen antes, durante y después del proceso constructivo, con el fin contar con datos que permitan conocer las inmisiones presentes e intensificar la implementación de las actividades para mitigar las emisiones en caso de aumentar los niveles de las inmisiones <b>(Meta 1)</b>.</li> <li>▪ Se debe identificar la afectación por ruido y los casos que requieran confinamiento, verificar que las actividades constructivas más impactantes en ruido sean realizadas en horario nocturno en casos estrictamente necesarios, contar con los registros de revisión y mantenimiento de maquinaria de manera que se asegure su funcionamiento adecuado y el contar con implementos silenciadores. Se debe verificar las especificaciones técnicas de los equipos con el fin de verificar que tengan características menos ruidosas que otros equipos. Los equipos se deben ubicar lejos de zonas boscosas, además, limitar el uso del claxon y otros sistemas ruidosos cerca de estas zonas.</li> <li>▪ En caso de que dichas actividades no sean implementadas, se debe reportar al encargado de cada frente para solventar de manera inmediata la inconformidad detectada <b>(Meta 2)</b>.</li> <li>▪ Determinar el radio de influencia de una posible afectación por vibraciones en los sectores más vulnerables a ser impactados, además realizar una revisión del proceso constructivo en caso de que se presente afectación <b>(Meta 3)</b>.</li> </ul>	
Construcción y presencia de infraestructura	Aire		K3	Contaminación del aire por material particulado y generación de contaminación sónica.			Mitigado									
Elaboración de concretos	Aire		J3	Contaminación del aire por material particulado y generación de contaminación sónica.			Mitigado									
Excavación subterránea	Aire		I3	Contaminación del aire por material particulado y generación de contaminación sónica.			Mitigado									

Impacto				Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo												
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental				
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador
Elaboración de concretos	Aguas subterráneas	Decreto 39316- S Decreto 33601-S Decreto 34431- MINAE-S Decreto 39887-S- MINAE Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones (Edición 2017) Decreto 39471 Decreto 40013-H- MAG-S Decreto 40260-S- MINAE Resolución: 0344 Decreto 33903- MINAE-S	J1	Contaminación de aguas subterráneas por elaboración de concretos	MC-FQ-ASP-01	Dotar de sistemas de tratamiento de aguas residuales (STAR) especiales y ordinarias durante la fase constructiva y operativa del acueducto.	Mitigado	Antes de iniciar la fase de Construcción, durante la fase de Construcción y durante la fase de Operación y Mantenimiento	Gestor Ambiental Coordinador del Proceso Constructivo Jefe del Acueducto	US\$ 568 522,00	Diseñar, construir y operar sistemas de tratamiento de aguas residuales (STAR) procedentes de los procesos donde se hace uso del agua (por ejemplo: campamento, comedores, plantas de concreto, oficinas y procesos potabilización, desarenadores, entre otros).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje de conformidad de certificados de calidad de agua obtenidos durante la operación del STAR (incluye el STAR usado por el proveedor de cabañas sanitarias para la disposición de los lodos de las unidades)</li> <li>Cantidad de sedimentos y agua recuperada</li> <li>Cantidad de certificados solicitados durante el proceso constructivo y operativo del acueducto. Elaboración de reportes operacionales para el Ministerio de Salud.</li> <li>Registro de la cantidad de sedimentos y agua recupera de plantas concreto, desarenador y válvulas. Inspección de campo. Informes de seguimiento Ambiental.</li> <li>Anual</li> <li>Mensual</li> <li>Reportes operacionales de aguas residuales presentados ante el Ministerio de Salud. Registro de capacitaciones realizadas. Inventario de residuos manejados (tipo, cantidad, almacenamiento y gestor que trata el residuo). Registro fotográfico de los residuos gestionados. Certificados de Gestión de los Residuos por Gestores autorizados por el Ministerio de Salud (incluido los de cabañas sanitarias). Licenciamiento vigente por parte del Ministerio de Salud de los Gestores de residuos (incluido los de cabañas sanitarias). Bitácora e Informes de Regencias Ambiental. Manual de operación del STAR.</li> <li>Registros con las variables: Tipo STAR, Ubicación, Fecha, Cantidad de Agua recuperada, Registro de cantidad de sedimentos recuperado y Responsable de registrar los datos, para IDA número 2. Programa de Mantenimiento de los dispositivos implementados.</li> <li>Antes del inicio de cualquier obra debe existir los STAR necesarios para el tratamiento de las aguas, así como las capacitaciones y manuales de los STAR en idioma español. Complementariamente, antes de iniciar la fase constructiva debe establecerse las cabañas sanitarias necesarias en cada frente de obra con su respectivo licenciamiento. También debe contemplarse, que antes del inicio del proceso de operación debe estar presente los sistemas de tratamiento necesarios para el funcionamiento del desarenador y de la planta del acueducto. El porcentaje de avance de las actividades desarrolladas para dotar, implementar y operar los diferentes STAR requeridos para el proyecto debe ser del 100% al finalizar la obra constructiva y deben mantenerse durante la operación del acueducto. De no cumplirse con lo anterior el Gestor Ambiental debe coordinar con las jefaturas correspondientes para atender las mejoras requeridas y la implementación de un plan acción.</li> </ul>				
Elaboración de concretos	Fauna silvestre terrestre		J11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre									Mitigado			
Elaboración de concretos	Ecosistema acuático		J12	Aumento de la concentración de concretos (sedimentos y aditivos) en ecosistema acuático									Evitado			
Elaboración de concretos	Aguas superficiales		J2	Contaminación del agua superficial por residuos de mezcla									Mitigado			
Elaboración de concretos	Uso social del agua		J27	Limitación al uso social del agua por filtración de sedimentos									Mitigado			
Elaboración de concretos	Macizo rocoso		J5	Contaminación de macizo rocoso por elaboración de concretos									Mitigado			
Elaboración de concretos	Suelo		J6	Contaminación del suelo por derrames de concreto, durante la fase de elaboración									Mitigado			
Generación de residuos	Ecosistema acuático		O12	Alteración y contaminación de ecosistema acuático									Mitigado			
Generación de residuos	Aguas subterráneas		O1	Contaminación de aguas subterráneas por lixiviación de residuos.									Mitigado			
Generación de residuos	Fauna silvestre terrestre		O11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre									Mitigado			
Generación de residuos	Ecosistema acuático		O12	Alteración y contaminación de ecosistema acuático									Mitigado			
Generación de residuos	Salud		O21	Afectación a la salud por inadecuada gestión de residuos.									Mitigado			
Funcionamiento del desarenador	Ecosistema acuático		Q12	Aumento de la concentración de sedimentos en el ecosistema acuático									Mitigado			
Funcionamiento del desarenador	Actividades recreativas		Q14	Afectación a fuentes de agua utilizada para fines recreativos en Río Macho									Mitigado			
Funcionamiento del desarenador	Paisaje	Q29	Alteración de la calidad escénica del paisaje del río Macho, producto del funcionamiento del desarenador	Evitado												

Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo											
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental				
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador
Elaboración de concretos	Aguas subterráneas	Ley 8839 Decreto 27000-MINAE Decreto 27001-MINAE Decreto 30965-S Decreto 33745-S Decreto 35152-MINAE Decreto 35933-S Decreto 36039-S Decreto 36093-S Decreto 37567-S-MINAET-H Decreto 37788-S-MINAE Decreto 38272-S Decreto 39471 Decreto 39760-S Decreto 33477-S Decreto 27002-MINAE Resolución 439 Directriz 049	D12	Aumento de la concentración de materia orgánica vegetal (restos de material vegetal y suelo) dentro del ecosistema acuático	MC-FQ-ASp-02	Hacer una gestión de los residuos durante las fases de construcción y operación del acueducto		Mitigado	Antes de iniciar la fase de Construcción, durante la fase de construcción y durante la fase de operación del acueducto.	US\$ 1 669 127,00	Contempla el desarrollo e implementación de estrategias para la separación, almacenamiento, transporte y disposición de residuos en las diferentes etapas del acueducto. Tales como: Programas de Gestión de residuos, almacenamiento temporal de residuos, materiales, dotar de personal operativo, sitios para la separación en la fuente, contratar gestores de residuos autorizados, entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Porcentaje de cumplimiento de las actividades desarrolladas para el manejo y almacenamiento de los residuos durante el proceso constructivo y operativo del acueducto.</li> <li>▪ Verificar el avance de las actividades desarrolladas para el manejo de los residuos durante el proceso constructivo y operativo del acueducto.</li> <li>▪ Inspección de campo e informes de seguimiento.</li> </ul>	Mensual	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Informes de Regencias Ambiental, Informes trimestrales de la ejecución de las actividades, Certificados de gestión de residuos que brinda el gestor. Registro fotográfico de los residuos gestionados. Registro de capacitaciones realizadas, documentos de plan de emergencias y protocolos oficializados e Informes de seguimiento ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A partir del inicio del proceso constructivo y operativo se debe iniciar con el cumplimiento de las actividades desarrolladas para el manejo y almacenamiento de residuos, para cada actividad deberá tener evidencias de la ejecución de las mismas.</li> <li>▪ Antes del inicio de cualquier obra debe existir documento del protocolo de atención de emergencias para el sitio de acopio de residuos oficializado, así como el protocolo de carga y descarga de residuos peligroso. Asimismo, antes de iniciar la fase constructiva debe estar diseñado y construido el área de almacenamiento temporal que cumpla con lo establecido en la legislación nacional, lo anterior también aplica para el inicio del proceso operativo del acueducto.</li> <li>▪ El porcentaje de avance de las actividades desarrolladas para el almacenamiento y manejo de residuos debe ser del 100%, al finalizar la obra constructiva y deben mantenerse durante la operación del acueducto. De no cumplirse con lo anterior el Gestor Ambiental debe coordinar con las jefaturas correspondientes para atender las mejoras requeridas y plan acción.</li> </ul>	
Elaboración de concretos	Fauna silvestre terrestre		O1	Contaminación de aguas subterráneas por lixiviación de residuos.												Mitigado
Elaboración de concretos	Ecosistema acuático		O11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre terrestre												Mitigado
Elaboración de concretos	Aguas superficiales		O12	Alteración y contaminación de ecosistema acuático												Mitigado
Elaboración de concretos	Uso social del agua		O2	Contaminación del agua superficial por desechos o sustancias peligrosas												Mitigado
Elaboración de concretos	Macizo rocoso		O21	Afectación a la salud por inadecuada gestión de residuos												Mitigado
Elaboración de concretos	Suelo		O22	Aumento en la incidencia de robos por presencia de residuos valorizables												Mitigado
Generación de residuos	Ecosistema acuático		O3	Contaminación del aire por emisiones de gases.												Mitigado
Generación de residuos	Uso social del agua		O5	Contaminación de macizo rocoso por lixiviación de residuos.												Mitigado
Funcionamiento del desarenador	Ecosistema acuático		O6	Contaminación del suelo por la separación y almacenamiento de residuos.												Mitigado
Funcionamiento del desarenador	Uso social del agua	O29	Alteración de la calidad intrínseca del paisaje producto de la generación de residuos	Mitigado												



Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo												
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental					
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador	
Uso de equipo y maquinaria	Aguas subterráneas	Decreto 37757-S. Decreto 37788-S. Decreto 28930-S. Decreto 30131-MINAE-S. Norma técnica NFPA 400 Norma técnica NFPA 30. Ley 7223 Ley 7438 Decreto 19797-S Decreto 24334-S Decreto 24715-MOPT-MEIC-S Decreto 27008-MEIC - MOPT Decreto 28930-S 30131-MINAE-S Decreto 35676-S-H-MAG-MINAE Decreto 36627-MINAE Decreto 40059-MAG-MINAE-S Decreto 40705-S Decreto 38371-S-MTSS Decreto 8538 Decreto 40697 Decreto 8705 Decreto 40148 Decreto 7779 Decreto 40790-MTSS Decreto 13466 Decreto 37757	L1	Contaminación de aguas subterráneas asociados a derrames de combustibles por accidente o uso de maquinaria.	MC-FQ-ASp-03	Implementar una gestión de derrames de sustancias peligrosas durante la fase de construcción y operación del acueducto	Mitigado	Durante la fase de construcción y la operación.	Gestor Ambiental. Coordinador del Proceso Constructivo. Encargado de operación	US\$ 878 142,00	Contempla el diseño e implementación de un protocolo de atención de derrames, utilización sistema de contención de derrames, capacitación y concientización del personal, manejo de cláusulas de proveedores, entre otros.	Porcentaje de derrames registrados y atendidos conforme al protocolo.	Revisión de informes de registro de derrames y verificación en campo.	Mensual.	Informe integrado de registro de derrames bitácora e informes de Regencias Ambiental.	Los derrames deben ser registrados, en este registro se describe el tratamiento que se dio al derrame. Para obtener un porcentaje de los derrames registrados, se revisarán los informes de registro existentes y se verificará en campo la existencia de derrames no registrados. En caso de no cumplirse con alguna actividad establecida en las metas o en el protocolo, el Gestor Ambiental debe coordinar con las jefaturas correspondientes para atender las mejoras requeridas y la implementación de un plan acción.	
Uso de equipo y maquinaria	Aguas superficiales		L2	Contaminación del agua superficial por derrame de sustancias peligrosas													Mitigado
Uso de equipo y maquinaria	Macizo rocoso		L5	Contaminación de macizo rocoso asociado a derrames de combustibles por accidente o uso de maquinaria.													Mitigado
Uso de equipo y maquinaria	Suelo		L6	Derrames de combustibles al suelo por el uso de equipo y maquinaria													Mitigado
Almacenamiento y uso de sustancias químicas	Uso social del agua		P27	Pérdida de calidad del agua para usos sociales por uso de sustancias químicas													Mitigado

Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo													
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental						
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador		
Almacenamiento y uso de sustancias químicas	Aguas subterráneas	Decreto 37757-S. Decreto 37788-S. Decreto 28930-S. Decreto 30131-MINAE-S. Norma técnica NFPA 400 Norma técnica NFPA 30. Ley 7223 Ley 7438 Decreto 19797-S Decreto 24334-S Decreto 24715-MOPT-MEIC-S Decreto 27008-MEIC - MOPT Decreto 28930-S 30131-MINAE-S Decreto 35676-S-H-MAG-MINAE Decreto 36627-MINAE Decreto 40059-MAG-MINAE-S Decreto 40705-S Decreto 38371-S-MTSS Decreto 8538 Decreto 40697 Decreto 8705 Decreto 40148 Decreto 7779 Decreto 40790-MTSS Decreto 13466 Decreto 37757 NFPA 495 Ley 7530 37985-SP 40790-MTSS	P1	Contaminación de aguas subterráneas por presencia de sustancias químicas	MC-FQ-ASp-04	Hacer una gestión de sustancias peligrosas durante las fases de construcción y operación del acueducto		Mitigado	Antes de iniciar la fase de Construcción, durante la fase de Construcción y durante la fase de Operación y Mantenimiento.	Gestor Ambiental Coordinador del Proceso Constructivo Jefe del Acueducto	US\$ 285 229,00	Diseñar, construir y operar sitios para el almacenamiento temporal y permanente de las sustancias peligrosas, así como ejecutar actividades que garanticen el almacenamiento y uso adecuado de las mismas, durante la fase constructiva y operativa del acueducto.	Porcentaje de actividades desarrolladas para el almacenamiento y uso adecuado de las sustancias peligrosas.	Verificar el avance de cumplimiento de las actividades establecidas para el uso y almacenamiento de sustancias peligrosas. Inspección de campo. Informes de seguimiento ambiental.	Mensual.	Informe trimestral de manejo adecuado de las sustancias y de la implementación del protocolo. Bitácora e informe de Regencia. Registro de capacitaciones realizadas. Documento de Protocolo para el uso y almacenamiento de sustancias peligrosas oficializado.	A partir del inicio del proceso constructivo y operativo se debe iniciar con el cumplimiento de las actividades desarrolladas para el manejo y almacenamiento de residuos; para cada actividad deberá tener evidencias de la ejecución de las mismas. El porcentaje de avance de las actividades desarrolladas para el uso y almacenamiento de las sustancias debe ser del 100% al finalizar la obra constructiva y deben mantenerse durante la operación del acueducto. Antes del inicio de cualquier obra debe existir el protocolo de para el uso y almacenamiento de sustancias peligrosas oficializado, además del plan de capacitación para dicho documento. Asimismo, antes de iniciar la fase constructiva debe estar diseñado y construido el área de almacenamiento de sustancias peligrosas que cumpla con lo establecido en la legislación nacional. De no cumplirse con lo anterior el Gestor Ambiental debe coordinar con las jefaturas correspondientes para atender las mejoras requeridas.	
Almacenamiento y uso de sustancias químicas	Ecosistema acuático		P12	Aumento de la concentración de sustancias peligrosas en el ecosistema acuático														Mitigado
Almacenamiento y uso de sustancias químicas	Aguas superficiales		P2	Contaminación del agua superficial por derrame de sustancias peligrosas														Mitigado
Almacenamiento y uso de sustancias químicas	Salud		P21	Afectación a la salud por accidentes ocasionados por el inadecuado almacenamiento y uso de sustancias químicas														Mitigado
Funcionamiento del desarenador	Ecosistema acuático		Q12	Aumento de la concentración de sedimentos en el ecosistema acuático														Mitigado
Almacenamiento y uso de sustancias químicas	Aire		P3	Contaminación del aire por emisiones de gases.														Mitigado
Almacenamiento y uso de sustancias químicas	Macizo rocoso		P5	Contaminación de macizo rocoso por presencia de sustancias químicas														Mitigado
Almacenamiento y uso de sustancias químicas	Suelo		P6	Contaminación del suelo por el derrame de sustancias químicas durante la fases de almacenamiento y uso														Mitigado

Impacto			Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo													
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental				
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador
Excavación superficial	Aguas superficiales	Ley 8839. Ley 7317. Ley 275. Ley 6797. Ley 7554.	G2	Aumento en la carga natural de sedimentos	MC-FQ-ASP-05	Utilización del material excavado en la actividad de relleno y compactación de zanjas.	Mitigado	Durante la fase de construcción.	Coordinador del Proceso Constructivo	US\$ 2 475 687,00 (Nota 1)	Reducción de la cantidad de sedimentos que llegaría a la red de drenaje.	Porcentaje de material utilizado en rellenos.	Verificación volumétrica <i>in situ</i> .	Diaria.	Informe sobre el porcentaje del material utilizado en el relleno superficial, no estructural, de las zanjas según avance y cronograma de construcción.	Se debe utilizar por lo menos un 40% del volumen del material excavado como material de relleno no estructural de las zanjas, en las zonas donde el diseño lo indique. De no ser posible la utilización de este material, el mismo deberá de enviarse a los sitios de escombreras habilitados por el proyecto.
Excavación subterránea			I2	Aumento en la carga natural de sedimentos			Mitigado									
Excavación superficial			G2	Aumento en la carga natural de sedimentos	MC-FQ-ASP-06	Excavación y relleno en tramos cortos.	Mitigado	Durante la fase de construcción.	Coordinador del Proceso Constructivo	Sin costo adicional.	Reducción de la cantidad de sedimentos que llegaría a la red de drenaje.	Cantidad de tubería instalada en metros lineales por día.	Medición en metros lineales instalados por día.	Diaria.	Informe sobre el porcentaje de avance según cronograma de trabajo establecido.	La cantidad de tubería instalada deberá ser la programada según la planificación del proyecto, estimada en 35 m/día. Si este rendimiento no se alcanza se deberá de reprogramar los trabajos e invertir más recursos para alcanzar el porcentaje de avance real con el programado.
Excavación superficial			G2	Aumento en la carga natural de sedimentos	MC-FQ-ASP-07	Restauración de áreas afectadas por excavaciones superficiales.	Mitigado	Fase de cierre de la etapa de cobocación de tubería de conducción y distribución.	Coordinador del Proceso Constructivo	US\$ 3 048 336,00 (Nota 1)	Reducción de la cantidad de sedimentos que llegaría a la red de drenaje.	Cantidad de sitios restaurados medidos en metros lineales.	Medición en metros lineales de los sitios restaurados.	Semanal.	Informe sobre la cantidad lineal de sitios restaurados.	La cantidad de kilómetros de sitios intervenidos deberá ser igual a la cantidad lineal de sitios restaurados. Si quedara alguna zona sin restaurar se deberá de regresar al sitio identificado y realizar los trabajos de restauración pendientes.
Excavación superficial			G2	Aumento en la carga natural de sedimentos	MC-FQ-ASP-08	Protección del material expuesto a la intemperie.	Mitigado	Fase de construcción.	Coordinador del Proceso Constructivo	US\$ 2 681,30	Reducción de la cantidad de sedimentos que llegaría a la red de drenaje.	Cantidad de sitios de acopio de materiales que implementaron la medida.	Verificación <i>in situ</i> .	Diaria.	Informe sobre la cantidad de sitios que implementaron la medida.	Se deberá llevar un control y cuantificación de la cantidad de sitios de acopio de materiales y frentes de trabajo donde se cumpla la medida. En los sitios donde no se aplique se deberá de trabajar en la concientización de los trabajadores y recordarles la importancia de adoptar esta medida y verificar si existe algún inconveniente para poder implementarla.
Acopio temporal de materiales excavados y de construcción.			N2	Aumento en la carga natural de sedimentos			Mitigado									
Excavación subterránea			I2	Aumento en la carga natural de sedimentos			Mitigado									

Impacto			Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo														
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental					
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador	
Acopio temporal de materiales excavados y de construcción.	Excavación subterránea		N2	Aumento en la carga natural de sedimentos	MC-FQ-ASP-09	Manejo adecuado de aguas pluviales en los sitios de acopio de materiales.	Mitigado	Fase de construcción.	Coordinador del Proceso Constructivo	US\$ 286 279,71 (Nota 1)	Reducción de la cantidad de sedimentos que llegaría a la red de drenaje.	Cantidad de sitios de acopio que implementaron la medida.	Verificación <i>in situ</i> .	Semanal.	Informe sobre la cantidad de sitios que implementaron la medida.	Se deberá llevar un control y cuantificación de la cantidad de sitios de acopio de materiales donde se cumpla la medida y la limpieza periódica de los sedimentadores. En todos los sitios de acopio de materiales se deberá de canalizar las aguas de escorrentía superficial hacia uno o varios sedimentadores, según especificaciones de diseño. Si en alguno de los sitios no se diera esta condición, se deberá de dejar de utilizar como sitio de acopio, hasta que se cumplan las medidas indicadas. Además, se deberá de velar por el adecuado y oportuno mantenimiento de los sedimentadores y se deberá de concientizar a los trabajadores sobre la importancia de adoptar esta medida.	
I2			Aumento en la carga natural de sedimentos	Mitigado													
Desvío de cursos de agua			Desvío de cursos de agua	H2	Aumento en la carga natural de sedimentos	MC-FQ-ASP-10	Intervención de cauces en época seca.	Mitigado	Fase de construcción.	Coordinador del Proceso Constructivo	Sin costo directo asociado.	Reducción de la cantidad de sedimentos que llegaría a la red de drenaje.	Cantidad de cauces intervenidos en época seca	Verificación <i>in situ</i> .	Mensual.	Reporte sobre la cantidad de sitios de cruce de ríos que implementaron la medida y verificación de la programación de obra.	Se deberá llevar un control y cuantificación de la cantidad de sitios de cruce de ríos que implementaron la medida acorde con la planificación y el cronograma de avance del proyecto. En caso contrario, se deberán de hacer los ajustes en la programación y prestar especial atención a los Sistemas de Alertas Temprana (SAT) y los pronósticos meteorológicos, para prevenir que se trabaje en los cauces de los ríos durante los periodos de mayor riesgo de presentarse avenidas o crecientes.
Desvío de cursos de agua						MC-FQ-ASP-11	Restauración del cauce de los ríos en los sitios intervenidos.	Compensado	Fase de cierre de la etapa de colocación de tubería en los sitios de cruce de ríos.	Coordinador del Proceso Constructivo	US\$ 117 127,85	Reducción de la cantidad de sedimentos que llegaría a la red de drenaje.	Cantidad de cauces restaurados.	Verificación <i>in situ</i> .	Semanal.	Reporte sobre la cantidad de sitios de cruce de ríos que implementaron la medida.	Se deberá llevar un control y cuantificación de la cantidad de sitios de cruce de ríos que implementaron la medida y donde la morfología de los sitios intervenidos regresó a las condiciones lo más parecido posible a las iniciales. En caso contrario, se deberá de ajustar la planificación y los recursos del proyecto para cumplir con la medida, ya que no se permitirá que algún sitio de cruce quede sin restaurar.

**Nota 1:** El monto indicado se anota como referencia del valor de corregir este impacto, pero el costo ya está contemplando en los costos de construcción, operación y/o administración del PVAAM.

Impacto			Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo													
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental				
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador
Establecimiento y manejo de escombreras	Geomorfología	Ley 7779. Ley 6797 Decreto 29375 Decreto 29300-MINAE. Decreto 35860 MINAET	C4	Alteración de las formas del relieve producto del establecimiento y manejo de escombreras	MC-FQ-Gmf-02	Implementación de un plan para el diseño, conformación y manejo de escombreras	Mitigado	Durante la fase de construcción.	Ingeniero a cargo de la obra o Ingeniero civil especializado en construcción, contratado específicamente para este propósito.	US\$ 81 686,90	Optimizar el manejo y la conformación de las escombreras, reduciendo el impacto en el relieve de la zona, pero principalmente en la calidad intrínseca del paisaje de cada sector donde se ubique una de estas obras.	Porcentaje de taludes conformados de acuerdo al protocolo geotécnico.	Corroborar e inspeccionar en campo la implementación del plan para la conformación de las escombreras.	Bisemanal.	Informes técnicos de porcentaje de seguimiento y control del proceso de conformación de las mismas, bitácoras ambientales de avance y registro fotográfico.	Se deberá atender lo dispuesto en el plan de manejo y conformación de escombreras, de lo contrario, se deberán tomar, inmediatamente, las acciones necesarias para la aplicación de este.
	C29		Alteración de la calidad del paisaje asociado al establecimiento y manejo de escombreras	Mitigado												



12.7. Resumen del Plan de Gestión Ambiental (PGA): Gestión de los impactos sobre el Ambiente Biológico.

Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo												
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental					
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador	
Desmonte y limpieza.	Bosque.	Ley 7416. Ley 7317. Ley 7788. Ley 7575. Ley 7779. Ley 7554. Ley 8689. Decreto 29375. Decreto 35860. Decreto 26435-MINAE. Decreto 25721-MINAE. Decreto 36550-MP-MIVAH-S-MEIC. Decreto 33957-MINAE-MAG. Decreto 33601-MINAE. Decreto 33903-MINAE.	D7	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.	MC-BE-FL-01	Optimización del Área de Trabajo a Limpiar de Cobertura Vegetal		Antes de iniciar la fase de construcción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coordinador del Proceso Constructivo.</li> <li>▪ Topografía.</li> <li>▪ Ingeniero Forestal.</li> <li>▪ Geógrafo (SIG).</li> </ul>	US\$ 122 581,00	Delimitar el área de cada una de las obras y optimizar su área, al tamaño real y necesaria para realizar los trabajos de construcción para cada una de estas.	Porcentaje de sitios optimizados en donde se puede realizar el desmonte y limpieza, con la aprobación de todos los documentos correspondientes.	Verificar el avance de cada uno de los tramites, para cada sitio de obra.	Semanal.	Informe sobre el porcentaje de avance según las propiedades optimizadas a las cuales se puede realizar el desmonte y limpieza.	Se deberá sumar el total de todas las áreas donde se ubiquen obras, para así a la hora de optimizar y realizar la suma de todas estas nuevas áreas (las optimizadas), nos dará cierta diferencia con respecto a las originales, dando un valor total y porcentual de cuanto área se conservó por la optimización del AP.  Al evitar el desmonte y limpieza de sitios u áreas innecesarias, es un indicador positivo ya que conserva el tipo de cobertura existente y el impacto visual (Paisaje), disminuiría, por solo el hecho de minimizar el área a limpiar.	
	Herbazal Arbolado.		D8	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre													Mitigado
	Matorral Arbolado.		D9	Creación de hábitats no aptos para fauna silvestre.													Mitigado
	Plantación Forestal.		D10	Aumento de los accidentes causados por el desplazamiento de fauna feral y nociva para la comunidad													Mitigado
	Ecosistema Acuático.		D12	Aumento de la concentración de materia orgánica vegetal dentro del ecosistema acuático.													Mitigado
Establecimiento y manejo de escombreras.	Geomorfología.		C4	Alteración de las formas del relieve producto del establecimiento y manejo de escombreras.													Mitigado
Excavación superficial.	Geomorfología.		G4	Alteración de la condición actual del relieve producto del proceso de excavación superficial.													Mitigado
Acopio temporal de materiales excavados y construcción	Geomorfología.		N4	Modificación del relieve producto del acopio temporal de materiales excavados.													Mitigado
Establecimiento y manejo de escombreras.	Paisaje.		C29	Alteración de la calidad del paisaje asociado al establecimiento y manejo de escombreras.													Mitigado
Excavación superficial.	Paisaje.		G29	Alteración de la calidad del paisaje producto de los procesos de excavación superficial.													Mitigado
Acopio temporal de materiales excavados y construcción	Paisaje.	N29	Alteración de la calidad intrínseca del paisaje producto del acopio temporal de materiales.	Mitigado													

Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo												
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental					
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador	
Desmonte y limpieza	Bosque.	Ley 7416. Ley 7317. Ley 7788. Ley 7575. Decreto 26435-MINAE. Decreto 25721-MINAE. Decreto 36550-MP-MIVAH-MAG. Decreto 33957-MINAE-MAG. Decreto 37757-S. Decreto 37788-S. Decreto 28930-S. Decreto 30131-MINAE-S. Decreto 39316-S. Decreto 39871-MINAE. Norma técnica NFPA 400. Norma técnica NFPA 30.	D7	Disminución de la cobertura boscosa.	MC-BE-FL-02	Pago de Servicios Ambientales, para la conservación de áreas de interés, cercanos a los sitios de obra	Compensado	Antes y durante la fase de construcción. Así mismo se deberá de seguir aplicando en el proceso de operación.	Ingeniero Forestal. Biólogo.	US\$ 686 720,00	Ubicar áreas de interés con cobertura boscosa, áreas para la protección del recurso hídrica y recarga acuífera, u alguna otra modalidad que pueda darse, así como sitios receptores de la flora y fauna rescatada, por el pago por servicios ambientales que ofrece FONAFIFO.	Aprobación del Convenio entre Instituciones (Aya – FONAFIFO) y número de propiedades inscritas en el PSA.	Verificar el avance y aprobación del Convenio entre instituciones (Aya – FONAFIFO), Contratos firmados para el PSA.	Mensual.	Informe sobre el avance de la aprobación por ambas instituciones sobre el Convenio propuesto. Porcentaje del área inscrita a el PSA, con respecto al área total a limpiar de cobertura vegetal.	Debe de existir un Convenio entre instituciones (Aya – FONAFIFO), esto para incentivar y facilitar a los dueños de fincas a inscribir y aplicar las diferentes modalidades de PSA en sus propiedades. Así mismo se puede obtener un área total a realizar el Desmonte y limpieza y compararlo con el área recién inscrita a PSA, donde se dará un indicador de si realmente se compensa toda el área a limpiar o si existen sitios donde se podrá reubicar la flora y fauna silvestre rescatada.	
Desmonte y limpieza	Herbazal Arbolado.		D8	Disminución en la cobertura de herbazal arbolado.													Compensado
Desmonte y limpieza	Matorral Arbolado.		D9	Disminución en la cobertura de matorral arbolado.													Compensado
Desmonte y limpieza	Plantación Forestal.		D10	Disminución en la cobertura de plantación forestal.													Compensado
Desmonte y limpieza.	Fauna silvestre.		D11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.													Compensado
Aprovechamiento de agua.	Fauna silvestre.		E11	Reducción potencial de las fuentes de agua para la fauna silvestre terrestre.													Compensado
Habilitación del servicio eléctrico.	Fauna silvestre.		F11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.													Compensado
Excavación superficial.	Fauna silvestre.		G11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.													Compensado
Excavación subterránea.	Fauna silvestre.		I11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.													Compensado
Elaboración de concretos.	Fauna silvestre.		J11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.													Compensado
Construcción y presencia de infraestructura.	Fauna silvestre.		K11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.													Compensado
Uso de equipo y maquinaria.	Fauna silvestre.		L11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.													Compensado
Generación de residuos.	Fauna silvestre.		O11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.													Compensado
Almacenamiento y uso de sustancias químicas.	Fauna silvestre.		P11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.													Compensado
Conducción, almacenamiento y distribución de agua.	Fauna silvestre.	R11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.	Compensado													
Generación de electricidad.	Fauna silvestre.	U11	Aumento de la mortalidad de algunos individuos de fauna silvestre terrestre por electrocución.	Compensado													

Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo												
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental					
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador	
Presencia de personal	Bosque	Ley 7416. Ley 7317. Ley 7788. Ley 7575. Decreto 26435-MINAE. Decreto 25721-MINAE. Decreto 36550-MP-MIVAH-S-MEIC. Decreto 37757-S. Decreto 37788-S. Decreto 28930-S. Decreto 30131-MINAE-S. Decreto 39316-S. Decreto 33601-MINAE. Decreto 33903-MINAE. Norma Técnica NFPA 400. Norma Técnica NFPA 30.	M7	Extracción ilegal de flora silvestre, en áreas boscosas.	MC-BE-FL-03	Inducción y Capacitación para evitar la extracción de especies de flora y fauna silvestre	Mitigado	Antes y durante la fase de construcción. Así mismo se deberá de seguir aplicando en el proceso de operación.	Ingeniero Forestal. Biólogo. Administrativo.	US\$ 83 807,00	Informar y capacitar al personal contratado, acerca de los lineamientos ambientales que deben seguir y las implicaciones legales que podrían sufrir al manifestar comportamientos inapropiados.	Porcentaje de instituciones y personal contratado para el proyecto.	Listas de asistencia a los diferentes talleres.	Mensual.	Listas de asistencia a los diferentes talleres.	Debe de existir un listado de la cantidad total del personal contratado o destacado para el proyecto de Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano y comparar la cantidad de este personal que llevo la capacitación, en donde se debe de cubrir el 100% antes de comenzar cualquier actividad. Esto incluye a personal subcontratado, que se vaya a destacar en los diferentes sitios de obra. Así mismo realizar un listado de las instituciones con algún interés en recibir charlas de educación ambiental y realizar el 100% de estas antes de terminar con el proceso constructivo.	
	Herbazal Arbolado		M8	Extracción ilegal de flora silvestre, en áreas de Herbazal Arbolado.													Mitigado
	Matorral Arbolado		M9	Extracción ilegal de flora silvestre, en áreas de Matorral Arbolado.													Mitigado
	Fauna Silvestre		M11	Aumento de la extracción y cautiverio ilegal de fauna silvestre terrestre.													Mitigado
	Ecosistema Acuático		M12	Alteración de la biodiversidad del ecosistema acuático.													Mitigado

Impacto				Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo												
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental				
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador
Desmonte y limpieza	Bosque	Ley 7416. Ley 7317. Ley 7788. Ley 7575. Decreto 26435-MINAE. Decreto 25721-MINAE. Decreto 36550-MP-MIVAH-S-MEIC.	D7	Disminución de la cobertura Boscosa.	MC-BE-FL-04	Rescate de Flora silvestre	Mitigado	Antes y durante la fase de construcción.	Ingeniero Forestal.	US\$ 98 815,00	Colecta, reintroducción o almacenamiento temporal de las especies de flora rescatadas.	Listado de personal capacitado para realizar el rescate, almacenamiento y reinserción de la flora silvestre. Así como el listado de la cantidad de especies rescatadas por área y reinsercidas a los sitios definidos.	Capacitar al personal para que se dé un rescate, almacenamiento y reinserción de la flora silvestre de la mejor manera.	Semanal.	Listado de la cantidad de flora silvestre rescatada y reinsertada.	Antes de comenzar con el desmonte y limpieza de cada uno de los sitios, se debe realizar el rescate de toda la flora silvestre identificada con algún grado de restricción. Esta debe ser inventariada y registrada, para así poder obtener un dato por especie y sitio para cada una de las áreas de obras.
	Herbazal Arbolado		D8	Disminución en la cobertura de Herbazal Arbolado.			Mitigado									
	Matorral Arbolado		D9	Disminución en la cobertura de Matorral Arbolado.			Mitigado									
	Plantación forestal		D10	Disminución en la cobertura de Plantación forestal.			Mitigado									

Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo											
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental				
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador
Desmonte y limpieza.	Bosque.	Ley 7416. Ley 7317. Ley 7788. Ley 7575. Ley 7554. Decreto 35860. Decreto 26435-MINAE. Decreto 25721-MINAE. Decreto 36550-MP-MIVAH-S-MEIC. Decreto 33957-MINAE-MAG. Decreto 37757-S. Decreto 37788-S. Decreto 28930-S. Decreto 30131-MINAE-S. Decreto 39316-S. Decreto 33601-MINAE. Decreto 33903-MINAE. Norma Técnica NFPA 400. Norma Técnica NFPA 30.	D7	Disminución de la cobertura boscosa.	MC-BE-FL-05	Reforestación de hábitats naturales de importancia biológica y escénica en áreas cercanas a los sitios de obras		Compensado	Al iniciar con la preparación del terreno y al cierre de cada una de la de las obras de construcción.	US\$ 93 687,00	Restaurar y/o enriquecer hábitats naturales y urbanos en los sitios de obras o cercanos a estos.	Porcentaje de la cantidad de sitios escogidos, en donde se realizó el plan de reforestación o enriquecimiento; así mismo como la ejecución del Programa de Monitoreo Biológico.	Verificar el avance del Plan de reforestación o enriquecimiento en cada uno de los sitios seleccionados, así como la ejecución del Programa de Monitoreo Biológico.	Mensual.	Informe sobre el porcentaje de los sitios donde se ha aplicado el plan de reforestación o enriquecimiento arbóreo, al igual que el Programa de Monitoreo Biológico de la flora y fauna silvestre.	Se deberá enlistar las áreas a implementar el Plan de Reforestación o de Enriquecimiento arbóreo, esto con la idea de obtener un total de área a intervenir, el cual se deberá de ir informando mensualmente en cuanto área se ha implementado estas medidas, para ir obteniendo un avance casi que paralelo al cierre de cada una de estas.
Desmonte y limpieza.	Herbazal Arbolado.		D8	Disminución en la cobertura de Herbazal Arbolado.				Compensado								
Desmonte y limpieza.	Matorral Arbolado.		D9	Disminución en la cobertura de Matorral Arbolado.				Compensado								
Desmonte y limpieza.	Plantación Forestal.		D10	Disminución en la cobertura de Plantación Forestal.				Compensado								
Desmonte y limpieza.	Fauna silvestre terrestre.		D11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.				Compensado								
Aprovechamiento del agua.	Fauna silvestre terrestre.		E11	Reducción potencial de las fuentes de agua para la fauna silvestre terrestre.				Compensado								
Habilitación del servicio eléctrico.	Fauna silvestre terrestre.		F11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.				Compensado								
Excavación superficial.	Fauna silvestre terrestre.		G11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.				Compensado								
Excavación subterránea.	Fauna silvestre terrestre.		I11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.				Compensado								
Elaboración de concretos.	Fauna silvestre terrestre.		J11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.				Compensado								
Construcción y presencia de infraestructura.	Fauna silvestre terrestre.		K11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.				Compensado								
Uso de equipo y maquinaria.	Fauna silvestre terrestre.		L11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.				Compensado								
Generación de residuos.	Fauna silvestre terrestre.		O11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.				Compensado								
Almacenamiento y uso de sustancias químicas.	Fauna silvestre terrestre.		P11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.				Compensado								
Conducción, almacenamiento y distribución de agua.	Fauna silvestre terrestre.		R11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.				Compensado								
Generación de electricidad.	Fauna silvestre terrestre.		U11	Aumento de la mortalidad de algunos individuos de fauna silvestre por electrocución.				Compensado								
Construcción y presencia de infraestructura.	Ecosistema acuático.		K12	Alteración y reducción del hábitat del ecosistema acuático.				Compensado								
Establecimiento y manejo de escombreras.	Paisaje.	C29	Alteración paisaje por escombreras.	Mitigado												
Desmonte y limpieza.	Paisaje.	D29	Alteración paisaje por remoción de coberturas.	Mitigado												
Excavación superficial.	Paisaje.	G29	Alteración paisaje por excavación superficial.	Mitigado												
Construcción y presencia de infraestructura.	Paisaje.	K29	Alteración paisaje por construcción de nuevos elementos artificiales.	Mitigado												



Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo											
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental				
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador
Presencia de personal	Bosque	Ley 5605 Ley 7317 Ley 7416 Ley 7554 Ley 7575 Decreto 25721-MINAE Decreto 26435-MINAE Decreto 36550-MP-MIVAH-S-MEIC Ley 276	D7	Disminución de la Cobertura Boscosa	MC-BE-FL-06	Coordinación con personal SINAC-ACC (Cartago y San José) para optimizar criterios para reubicación y translocación del plan para rescate y translocación de flora menor.	Mitigado	Antes y durante la fase de construcción.	Ingeniero Forestal.	US\$ \$ 8 915,29	Incorporar criterios del SINAC en el Plan de Rescate de Flora Menor, con el fin de desarrollar la colecta, reintroducción, almacenamiento temporal y translocación de especies de flora rescatadas en sectores y fincas de interés.	Plan general y específicos de rescate y translocación de flora menor, enfocados por sector y propiedades de interés, incluyendo los listados con la cantidad de especies reubicadas.	Planes específicos de rescate y translocación ejecutados.	Trimestral.	Informe general y específicos documentando el proceso, incluyendo los datos de especies rescatadas por familia y por finca donde se reintrodujo.	Posterior al proceso de rescate-translocación (inmediata), rescate-almacenamiento temporal-translocación (posterior), en cada obra y propiedad, se debe contar con los informes específicos en el que se indica el inventario de especies translocadas en las propiedades de destino final.
	Herbazal Arbolado		D8	Disminución de la Cobertura de Herbazal Arbolado			Mitigado									
	Matorral Arbolado		D9	Disminución en la Cobertura de Matorral Arbolado			Mitigado									
	Fauna Silvestre		D10	Disminución en la Cobertura de Plantación Forestal			Mitigado									
	Ecosistema Acuático		D12	Aumento de la concentración de materia orgánica vegetal (restos de material vegetal y suelo) dentro del ecosistema acuático.			Mitigado									

Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo												
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental					
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador	
Desmonte y limpieza	Bosque.	Ley 5605 Ley 7317 Ley 7416 Ley 7554 Ley 7575 Ley 7779 Ley 7788 Ley 8689 Decreto 36945 Decreto 25700-MINAE Decreto 25721-MINAE Decreto 26435-MINAE Decreto 28930-S Decreto Ejecutivo 29375-MAG-MINAE-S-HACIENDA-MOPT Decreto 33903-MINAE Decreto 33957-MINAE-MAG Decreto 34559-MINAE Decreto 35860-MINAE Decreto 36550-MP-MIVAH-S-MEIC Decreto 37757-S Decreto 37788-S Decreto 38444-MINAE Decreto 38863-MINAE Decreto 39871-MINAE Decreto 39952-MINAE: 516-MINAE Norma técnica NFPA 30 Norma técnica NFPA 400 Decreto 38444-MINAE Ley 276 Decreto 32868	D7	Disminución de la cobertura boscosa.	MC-BE-FL-07	Coordinación con SINAC, ASADAS, ADI, tanto en el medio urbano y rural prioritarias en el AID del PVAAM para focalizar las medidas de reforestación.	Compensado	Seis meses antes de inicio desmonte y limpieza, los tres primeros meses de inicio de elaboración plan de reforestación.	Ingeniero Forestal.	US \$ 12 453,00	Coordinación con SINAC, ASADAS, ADI, para incorporar criterios de priorización y focalización en el plan de reforestación general y específicos, tendientes a la restauración o enriquecimiento de hábitats naturales, de interés común del PVAAM en el AID con sectores y propiedades indicadas por dichas instituciones.	Tabla de criterios elaborados conjuntamente con SINAC, ASADAS, ADRI, incorporada al Plan general de reforestación y listado de fincas identificadas en las que se ejecuta el plan.	Verificar el avance del Plan de reforestación o enriquecimiento en cada uno de los sitios seleccionados, así como la ejecución del Programa de Monitoreo Biológico.	Mensual.	Informe sobre el porcentaje de los sitios donde se ha aplicado el plan de reforestación o enriquecimiento arbóreo, al igual que el Programa de Monitoreo Biológico de la flora y fauna silvestre.	Se deberá enlistar las áreas donde se implementará el Plan de Reforestación o de Enriquecimiento arbóreo, considerando los criterios cogidos con las instituciones señaladas. Esta medida amplía la medida N) del Plan de monitoreo de la medida MC-BE-FL-05, establecida anteriormente.	
Desmonte y limpieza	Herbazal Arbolado.		D8	Disminución en la cobertura de herbazal arbolado.													Compensado
Desmonte y limpieza	Matorral Arbolado.		D9	Disminución en la cobertura de matorral arbolado.													Compensado
Desmonte y limpieza	Plantación Forestal.		D10	Disminución en la cobertura de plantación forestal.													Compensado
Desmonte y limpieza.	Fauna silvestre.		D11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.													Compensado
Aprovechamiento de agua.	Fauna silvestre.		E11	Reducción potencial de las fuentes de agua para la fauna silvestre terrestre.													Compensado
Habilitación del servicio eléctrico.	Fauna silvestre.		F11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.													Compensado
Excavación superficial.	Fauna silvestre.		G11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.													Compensado
Excavación subterránea.	Fauna silvestre.		I11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.													Compensado
Elaboración de concretos.	Fauna silvestre.		J11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.													Compensado
Construcción y presencia de infraestructura.	Fauna silvestre.		K11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.													Compensado
Uso de equipo y maquinaria.	Fauna silvestre.		L11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.													Compensado
Generación de residuos.	Fauna silvestre.		O11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.													Compensado
Almacenamiento y uso de sustancias químicas.	Fauna silvestre.		P11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.													Compensado
Conducción, almacenamiento y distribución de agua.	Fauna silvestre.		R11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre.													Compensado
Generación de electricidad.	Fauna silvestre.	U11	Aumento de la mortalidad de algunos individuos de fauna silvestre terrestre por electrocución.	Compensado													
Construcción y presencia de infraestructura.	Ecosistema acuático	K12	Alteración y reducción del hábitat del ecosistema acuático	Compensado													

Impacto				Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo													
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental					
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador	
Desmonte y limpieza	Fauna silvestre terrestre	Ley 7416 Ley 7317 Decreto 26435-MINAE Ley 7788 Decreto 37757-S Decreto 37788-S Decreto 28930-S Decreto 30131-MINAE-S Decreto 39316-S Norma técnica NFPA 400 Norma técnica NFPA 30.	D11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre por la pérdida parcial o total de su hábitat	MC-BE-FA-01	Rescate y liberación de fauna silvestre terrestre de sitios de obras	Mitigado	Antes de iniciar la fase de Construcción Durante la fase de Construcción Durante la etapa de Cierre de la Fase de Construcción. Durante la fase de Operación y Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coordinador del Proceso Socioambiental</li> <li>▪ Gestor en Salud y Seguridad Ocupacional</li> <li>▪ Gestor Ambiental-Biología</li> <li>▪ Coordinador del Proceso Constructivo.</li> </ul>	US\$ 628 615,10	Mediante la implementación de un Protocolo de Rescate y Liberación de Fauna Silvestre en los sitios de obra se estima disminuir la muerte potencial de fauna silvestre ocasionada por la pérdida parcial o total de los hábitats. La fauna silvestre rescatada será liberada en hábitats boscosos receptores.	Implementación del protocolo de rescate y liberación de fauna silvestre según el avance de las obras en cada sitio.	Evidenciar el porcentaje avance del protocolo de rescate y liberación de fauna silvestre en cada sitio de obra.	Mensual.	Informe sobre el porcentaje del área del sitio de obra cubierta aplicando el protocolo de rescate de fauna silvestre.	Para cada sitio debe existir una constancia de la ejecución del protocolo previo al inicio de las obras, la no existencia de una constancia de ejecución implica interrumpir el inicio de las obras. Por tanto, el porcentaje de avance de ejecución del protocolo de rescate y liberación en un sitio de obra deberá ser al menos igual a área de avance del proceso constructivo.	
Aprovechamiento de agua	Fauna silvestre terrestre		E11	Reducción potencial de las fuentes de agua para la fauna silvestre terrestre													Mitigado
Habilitación del servicio eléctrico	Fauna silvestre terrestre		F11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre por Habilitación del Servicio Eléctrico													Mitigado
Excavación superficial	Fauna silvestre terrestre		G11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre por Excavación Superficial													Mitigado
Excavación subterránea	Fauna silvestre terrestre		I11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre por Excavación Subterránea													Mitigado
Elaboración de concretos	Fauna silvestre terrestre		J11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre por Elaboración de Concretos													Mitigado
Construcción y presencia de infraestructura	Fauna silvestre terrestre		K11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre por Construcción y Presencia de Infraestructura													Mitigado
Uso de equipo y maquinaria	Fauna silvestre terrestre		L11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre por Uso de Equipo y Maquinaria													Mitigado
Generación de residuos	Fauna silvestre terrestre		O11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre por Generación de Residuos													Mitigado
Almacenamiento y uso de sustancias químicas	Fauna silvestre terrestre		P11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre por Almacenamiento y uso de sustancias químicas													Mitigado
Conducción, almacenamiento y distribución de agua	Fauna silvestre terrestre		R11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre por Conducción, almacenamiento y distribución de agua													Mitigado
Generación de electricidad	Fauna silvestre terrestre	U11	Aumento de la mortalidad de algunos individuos de fauna silvestre terrestre por electrocución	Mitigado													

Impacto			Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo													
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental				
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador
Habilitación del servicio eléctrico	Fauna silvestre terrestre	Ley 7416 Ley 7317 Decreto 26435-MINAE Reglamento 35860-MINAE Ley 7788 Decreto 37757-S.	F11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre por Habilitación del Servicio Eléctrico.	MC-BE-FA-02	Optimizar el uso eficiente de fuentes de luz artificial en sitios de obra	Mitigado	Antes de iniciar la fase de Construcción. Durante la fase de Construcción. Durante la fase de Operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coordinador del Proceso Socioambiental</li> <li>Gestor en Salud y Seguridad Ocupacional</li> <li>Gestor Ambiental-Biología</li> <li>Coordinador del Proceso Constructivo.</li> </ul>	US\$ 114 470,11	Implementar un Protocolo de Uso Eficiente de Luz Artificial que permita reducir el efecto de la contaminación lumínica sobre el paisaje nocturno y el comportamiento de la fauna silvestre que reside en hábitat naturales próximos a los sitios de obras, en los cauces de ríos y quebradas inmediatos.	Luminarias de uso eficiente colocadas en cada uno de los sitios que lo requieren según el proceso de evaluación.	Evidenciar la colocación de luminarias de uso eficiente en cada uno de los sitios que lo requieren.	Mensual.	Informe sobre la cantidad de luminarias de uso eficiente en cada uno de los sitios que lo requiera.	Para que la medida sea considerada efectiva el informe debe evidenciar un 100% en la implementación de luminarias de uso eficiente en cada uno de los sitios donde la evaluación previa haya indicado el requerimiento. Si el informe revela un porcentaje de implementación >50% se considera que la medida presenta un grado de efectividad regular, un porcentaje menor de implementación reflejaría una efectividad deficiente. En este último caso, el Gestor Ambiental-Biología será el responsable de justificar el estado de avance y ejecutar las acciones necesarias para mejorar el desempeño ambiental de la medida.
	Paisaje	F29	Alteración de la condición actual del paisaje producto de la habilitación del servicio eléctrico	Mitigado												
Uso de equipo y maquinaria	Fauna silvestre terrestre	Ley 7416 Ley 7317 Decreto 26435-MINAE Ley 7788 Decreto 37757-S.	L11	Desplazamiento y muerte de fauna silvestre por Uso de Equipo y Maquinaria	MC-BE-FA-03	Implementar estructuras y dispositivos que permitan el desplazamiento seguro de la fauna silvestre terrestre.	Mitigado	Antes de iniciar la fase de Construcción. Durante la fase de Construcción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coordinador del Proceso Socioambiental,</li> <li>Gestor en Salud y Seguridad Ocupacional,</li> <li>Gestor Ambiental-Biología,</li> <li>Coordinador del Proceso Constructivo</li> <li>Comunicación.</li> </ul>	US\$ 203 172,39	Implementar estructuras y dispositivos que permitan el desplazamiento seguro de la fauna silvestre y evitar el aumento potencial en el número de individuos de fauna silvestre desplazados y/o muertos por un aumento en las vibraciones, ruido, polvo, iluminación y tránsito vehicular como consecuencia del uso de equipo y maquinaria. La medida incluye señalar las áreas de paso de fauna silvestre, colocación de reductores de velocidad, barreras físicas para la fauna silvestre y chatas de concientización ambiental para operadores de maquinaria.	Estructuras y/o dispositivos colocados en cada uno de los sitios que lo requieren según el proceso de evaluación. La realización de chatas está implícito al proceso de colocación.	Evidenciar la colocación de las estructuras y/o dispositivos en cada uno de los sitios que lo requieren.	Mensual	Informe sobre el porcentaje de avance de colocación de estructuras y/o dispositivos en cada uno de los sitios que lo requieren.	Para que la medida sea considerada efectiva el informe debe evidenciar un 100% en la implementación de las estructuras y/o dispositivos en cada uno de los sitios donde la evaluación previa haya indicado el requerimiento. Para alcanzar una efectividad del 100% es necesario la realización de las chatas. Si el informe revela un porcentaje de implementación >50% se considera que la medida presenta un grado de efectividad regular, un porcentaje menor de implementación reflejaría una efectividad deficiente. En este último caso, el Gestor Ambiental-Biología será el responsable de justificar el estado de avance y ejecutar las acciones necesarias para mejorar el desempeño ambiental de la medida.
Generación de electricidad	Fauna silvestre terrestre	Ley 7416 Ley 7317 Decreto 26435-MINAE Ley 7788 Decreto 37757-S.	U11	Aumento de la mortalidad de algunos individuos de fauna silvestre terrestre por electrocución	MC- MC-BE-FA-04	Implementar dispositivos que impidan el uso y/o colisión de la fauna silvestre contra la línea de suministro eléctrico.	Mitigado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Antes de iniciar la fase de Construcción</li> <li>Durante la fase de Construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coordinador del Proceso Socioambiental,</li> <li>Gestor en Salud y Seguridad Ocupacional,</li> <li>Gestor Ambiental-Biología,</li> <li>Coordinador del Proceso Constructivo</li> <li>Comunicación.</li> </ul>	US\$ 133 288,91	Mediante la implementación de dispositivos antiescalamiento (e.g. elementos metálicos) que impidan el acceso de la fauna silvestre a la línea de suministro eléctrico se disminuirán los accidentes por electrocución. La medida también incorpora el uso de dispositivos aisladores de la corriente eléctrica (e.g. capuchas, cubiertas) y dispersores (e.g. barreras electrostática, disuasores de vuelo) que evitan la electrocución de las especies cuando ocurre algún contacto con el tendido de suministro eléctrico.	Dispositivos colocados en cada uno de los sitios que lo requieren según el proceso de evaluación.	Evidenciar la colocación de los dispositivos en cada uno de los sitios que lo requieren.	Mensual.	Informe sobre el porcentaje de avance de colocación de dispositivos en cada uno de los sitios que lo requieren.	Para que la medida sea considerada efectiva el informe debe evidenciar un 100% en la implementación de los dispositivos en cada uno de los sitios donde la evaluación previa haya indicado el requerimiento. Si el informe revela un porcentaje de implementación >50% se considera que la medida presenta un grado de efectividad regular, un porcentaje menor de implementación reflejaría una efectividad deficiente. En este último caso, el Gestor Ambiental-Biología será el responsable de justificar el estado de avance y ejecutar las acciones necesarias para mejorar el desempeño ambiental de la medida.

Impacto			Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo															
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental						
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador		
Establecimiento y manejo de escombreras	Ecosistema acuático	Decreto 33601-MINAE Decreto 33903-MINAE Ley 8839 Decreto 33601-MINAE Decreto 39316-S Decreto 37788-S-MINAE Norma técnica NFPA 704 Ley 7575 Decreto N° 28930-S Ley 7317 Decreto 30131-MINAE-S Norma técnica NFPA 400. Decreto 39472-S Decreto 11492-S Decreto 1-INS	C12	Aumento de la concentración de sedimentos en ecosistema acuático	MC-BE-EA-01	Diseñar e implementar un sistema de monitoreo trimestral del ecosistema acuático		Mitigado	Antes y durante la fase de construcción y operación del proyecto.	Gestor Ambiental-Biología. Coordinador del Proceso Constructivo	US\$ 305 709,18	Establecer un sistema de monitoreo trimestral de calidad del agua (calidad Biológica BMWP, Calidad Físicoquímica IH (Índice Holandés), parámetros de vertidos de aguas residuales incluyendo los parámetros de coliformes fecales y nematodos e índice de calidad de Bosque de Rivera QBR, así como el monitoreo de diversidad de fauna acuática (peces, crustáceos, moluscos) y flora acuática, en todos aquellos ecosistemas acuáticos incluidos dentro del AP (área de proyecto).	Porcentaje de avance del diseño y fase de implementación del sistema de monitoreo de la calidad del ecosistema acuático.	Verificar el avance en el diseño y de implementación del sistema de monitoreo de la calidad del ecosistema acuático.	Mensual.	Informe sobre el porcentaje avance en diseño y de implementación del sistema de monitoreo de la calidad del ecosistema acuático.	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de la ejecución del proceso de diseño y de implementación del sistema de monitoreo de la calidad del ecosistema acuático. Este porcentaje de avance, debe ser mayor o igual al avance del proceso constructivo. De no ser así el Gestor ambiental del proyecto, debe coordinar con las jefaturas correspondientes para posponer el avance del proceso constructivo hasta que se ejecute el proceso de diseño y de implementación del sistema de monitoreo de la calidad del ecosistema acuático	
Excavación superficial	Ecosistema acuático		G12	Aumento de la concentración de sedimentos en ecosistema acuático														Mitigado
Excavación subterránea	Ecosistema acuático		I12	Aumento de la concentración de sedimentos en ecosistema acuático														Mitigado
Elaboración de concretos	Ecosistema acuático		J12	Aumento de la concentración de sedimentos en ecosistema acuático														Mitigado
Funcionamiento de desarenador	Ecosistema acuático		Q12	Alteración y contaminación de ecosistema acuático														Mitigado
Desmante y limpieza	Ecosistema acuático		D12	Alteración y contaminación del ecosistema acuático por residuos														Mitigado
Generación de residuos	Ecosistema acuático		O12	Alteración y contaminación del ecosistema acuático por residuos														Mitigado
Almacenamiento y uso de sustancias químicas	Ecosistema acuático		P12	Aumento de la concentración de sustancias químicas peligrosas en el ecosistema acuático														Mitigado
Aprovechamiento del cuerpo de agua	Ecosistema acuático		E12	Reducción del caudal de agua disponible para el ecosistema acuático														Mitigado
Desvío de cuerpo de agua	Ecosistema acuático		H12	Alteración y reducción del hábitat del ecosistema acuático														Mitigado
Construcción y presencia de infraestructura	Ecosistema acuático		K12	Alteración y reducción del hábitat del ecosistema acuático														Mitigado
Operación de maquinaria y equipo	Ecosistema acuático		L12	Alteración y reducción del hábitat del ecosistema acuático														Mitigado
Acopio temporal de materiales excavados y de construcción	Ecosistema acuático		N12	Alteración y reducción del hábitat del ecosistema acuático														Mitigado
Presencia de personal	Ecosistema acuático		M12	Alteración de la biodiversidad del ecosistema acuático														Mitigado
Funcionamiento de válvulas	Ecosistema acuático	S12	Aumento del caudal de agua disponible para el ecosistema acuático	Mitigado														



Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo													
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental						
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador		
Establecimiento y manejo de escombreras	Ecosistema acuático	Decreto 33601-MINAE Decreto 33903-MINAE Ley 8839 Decreto 33601-MINAE Decreto 39316-S Decreto 37788-S-MINAE Norma técnica NFPA 704 Ley 7575 Decreto N° 28930-S Ley 7317 Decreto 30131-MINAE-S Norma técnica NFPA 400. Decreto 39472-S Decreto 11492-S Decreto 1-INS	C12	Aumento de la concentración de sedimentos en ecosistema acuático	MC-BE-EA-02	Dar tratamiento a las aguas de escorrentía generadas por las acciones del proyecto y que serán vertidas al ecosistema acuático		Mitigado	Antes y durante la fase de construcción y operación del proyecto.	Gestor Ambiental-Biología. Coordinador del Proceso Constructivo	US\$ 73 269,13	Diseñar, implementar, operar y dar mantenimiento a sistemas de tratamiento de aguas de escorrentía procedentes de excavaciones superficiales y subterráneas, previo a que estas aguas sean ser vertidas en los ecosistemas acuáticos.	Porcentaje de área del sitio de obra y cantidad de dispositivos construidos, destinados a dar, tratamiento de las aguas de escorrentía generadas por las acciones del proyecto y que serán vertidas al ecosistema acuático.	Verificar el avance en la construcción de dispositivos implementados destinados al tratamiento de las aguas de escorrentía generadas por las acciones del proyecto y que serán vertidas al ecosistema acuático.	Mensual.	Informe sobre el porcentaje del área y tipo de dispositivos que se han construido o implementado para dar tratamiento a las aguas de escorrentía generadas por las acciones del proyecto y que serán vertidas al ecosistema acuático.	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de la ejecución del proceso constructivo de dispositivos destinados al. tratamiento a las aguas de escorrentía generadas por las acciones del proyecto y que serán vertidas al ecosistema acuático. Este porcentaje de avance en la construcción de dispositivos debe ser mayor o igual al área de avance del proceso constructivo. De no ser así el Gestor ambiental del proyecto, debe coordinar con las jefaturas correspondientes para posponer el avance del proceso constructivo hasta que se ejecute la construcción de las obras para el tratamiento a las aguas de escorrentía generadas por las acciones del proyecto y que serán vertidas al ecosistema acuático.	
Excavación superficial	Ecosistema acuático		G12	Aumento de la concentración de sedimentos en ecosistema acuático														Mitigado
Excavación subterránea	Ecosistema acuático		I12	Aumento de la concentración de sedimentos en ecosistema acuático														Mitigado
Elaboración de concretos	Ecosistema acuático		J12	Aumento de la concentración de sedimentos en ecosistema acuático														Mitigado
Funcionamiento de desarenador	Ecosistema acuático		Q12	Alteración y contaminación de ecosistema acuático														Mitigado

Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo												
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental					
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador	
Aprovechamiento del cuerpo de agua	Ecosistema acuático	Decreto 33601-MINAE Decreto 33903-MINAE Ley 8839 Decreto 33601-MINAE Decreto 39316-S Decreto 37788-S-MINAE Norma técnica NFPA 704 Ley 7575 Decreto N° 28930-S Ley 7317 Decreto 30131-MINAE-S Norma técnica NFPA 400. Decreto 39472-S Decreto 11492-S Decreto 1-INS	E12	Reducción del caudal de agua disponible para el ecosistema acuático	MC-BE-EA-03	Dar adecuado manejo a las actividades y obras generadas por las acciones del proyecto adentro del ecosistema acuático		Mitigado	Antes y durante la fase de construcción.	US\$ 64 966,26	Establecer metodologías de trabajo y Diseño de obras durante todo el proceso constructivo del proyecto, que protejan y generen el menor impacto ambiental negativo al ecosistema acuático.	Porcentaje de normas, protocolos, directrices de comportamiento y trabajo diseñadas elaboradas e implementadas para ordenar acciones y construir adecuadamente las facilidades y obras dentro del ecosistema acuático protegiéndolo.	Verificar el avance en el diseño, elaboración e implementación de normas, protocolos y directrices de comportamiento para ordenar acciones y construir adecuadamente las facilidades y obras dentro del ecosistema acuático protegiéndolo.	Semanal.	Informe sobre el porcentaje de normas, protocolos y directrices de comportamiento diseñadas, elaboradas e implementadas para ordenar acciones y construir adecuadamente las facilidades y obras dentro del ecosistema acuático protegiéndolo.	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de avance del diseño, elaboración e implementación de normas, protocolos y directrices de comportamiento para ordenar acciones y construir adecuadamente las facilidades y obras dentro del ecosistema acuático protegiéndolo. Este porcentaje de avance de estas directrices debe ser mayor o igual al avance del proceso constructivo. De no ser así el Gestor ambiental del proyecto, debe coordinar con las jefaturas correspondientes para posponer el avance del proceso constructivo hasta que se ejecute la e implementación de normas, protocolos y directrices.	
Desvío de cuerpo de agua	Ecosistema acuático		H12	Alteración y reducción del hábitat del ecosistema acuático													Mitigado
Construcción y presencia de infraestructura	Ecosistema acuático		K12	Alteración y reducción del hábitat del ecosistema acuático													Mitigado
Operación de maquinaria y equipo	Ecosistema acuático		L12	Alteración y reducción del hábitat del ecosistema acuático													Mitigado
Acopio temporal de materiales excavados y de construcción	Ecosistema acuático		N12	Alteración y reducción del hábitat del ecosistema acuático													Mitigado
Presencia de personal	Ecosistema acuático		M12	Alteración de la biodiversidad del ecosistema acuático													Mitigado
Funcionamiento de válvulas	Ecosistema acuático		S12	Aumento del caudal de agua disponible para el ecosistema acuático													Mitigado

**12.8. Resumen del Plan de Gestión Ambiental (PGA): Gestión de los impactos sobre el Ambiente Socioeconómico.**

Impacto				Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo												
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental				
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador
Reclutamiento de personal	Empleo	Ley N° 2 Ley N° 2166, Ley N° 7983	B17	Incremento en la proporción de personas empleadas	MC-SC-EM-01	Mecanismo para la priorización de contratación de personal en las comunidades del área de influencia directa.	Potenciación	Antes, durante y después de la fase de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestor Ambiental-Social</li> <li>Coordinador del Proceso Constructivo</li> </ul>	US\$ 63 020,93	Diseñar e implementar un procedimiento para la contratación de personal para las diferentes obras del proyecto donde se prioriza la contratación de personal de oferentes que pertenezcan a las comunidades del área de influencia del proyecto	1) Cantidad de organizaciones comunales participantes 2) Registros de contratación de personal local 3) Módulos de equidad de género realizados	Verificar los registros de contratación de personal y los informes del proceso a las comunidades.	Trimestral.	Informes de recursos humanos y minutas de reuniones.	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro del proceso de vinculación con las organizaciones y posteriormente la contratación de personal proveniente de las comunidades del área de influencia. De no ser así el Gestor ambiental debe coordinar con las jefaturas correspondientes para posponer el avance del proceso constructivo hasta que se ejecute la medida.
Presencia de personal	Actividad económica		M13	Aumento en la dinámica económica por presencia de personal			Potenciación									
Reclutamiento de personal	Organización comunal		B20	Solicitud de cuotas de contratación de personal local en etapa constructiva			Compensación									
Adquisición de propiedades y pago de servidumbres	Empleo		A17	Pérdida de puestos de trabajo por compra de propiedades y/o el establecimiento de limitaciones de uso por adquisición de servidumbres			Compensación									
Establecimiento y manejo de escombreras	Uso del suelo	Ley N° 7495 Manual Técnico de Procedimientos para la Realización de Avalúos Administrativos	C26	Cambio en el uso agropecuario del suelo	MC-SC-TE-01	Monitoreo del plan de gestión para la adquisición de propiedades y servidumbres	Mitigación	Antes, durante y después de la fase de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestor Ambiental-Social</li> <li>Coordinador del Proceso Constructivo</li> </ul>	US\$ 57 792,07	Mantener el contacto continuo con las Unidades Sociales Propietarias o sus representantes y generar un clima de confianza y transparencia en la adquisición de los predios requeridos.	Cantidad de propietarios en plan de gestión social de adquisiciones.	Verificar los registros de adquisiciones y servidumbres.	Semestral.	Carpetas de información del proceso con propietarios.	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de información del proceso con propietarios. De no ser así el Gestor ambiental debe coordinar con las jefaturas correspondientes para que se ejecute la medida.
Construcción y presencia de infraestructura	Uso del suelo		K26	Cambio en el uso del suelo en área específica de la Zona Protectora Cerros de La Carpintera			Mitigación									
Adquisición de propiedades	Actividades económicas		A13	Limitación de la actividad económica actual por compra de propiedades y/o el establecimiento de limitaciones de uso por adquisición de servidumbres			Compensación									
Adquisición de propiedades	Tenencia de la tierra		A25	Cambio en el patrón de tenencia de la tierra por compra de propiedades y/o el establecimiento de limitaciones de uso por adquisición de servidumbres			Compensación									

Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo												
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental					
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador	
Establecimiento y manejo de escombreras	Actividades económicas	Decreto 37567-S-MINAET-H	C13	Afectación de actividades productivas por deposición de partículas en suspensión durante el manejo de las escombreras	MC-SC-EC-01	Procedimiento de compensación por afectación a las actividades productivas por efectos de obras	Compensación	Durante la fase de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gestor Ambiental-Social</li> <li>▪ Coordinador del Proceso Constructivo</li> </ul>	US\$ 71 269,04	Implementar una metodología de valorización que permita la compensación para las actividades productivas	Protocolo de intervención en caso de daños a las actividades económicas.	Revisión de versión actualizada de protocolo.	Semestral.	Informes sobre atención de quejas.	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de información del proceso. De no ser así el Gestor ambiental debe coordinar con las jefaturas correspondientes para posponer el avance del proceso constructivo hasta que se ejecute la medida.	
Desmonte y Limpieza	Actividades económicas		D13	Afectación a actividades productivas por deposición de partículas en suspensión durante el desmonte y limpieza													Compensación
Acopio temporal de materiales excavados y de construcción	Actividades económicas		N13	Obstrucción temporal de acceso a locales comerciales													Compensación
Excavación superficial	Actividades recreativas	Decreto 39200-S. Ley de tránsito N°9078	G14	Limitación de actividades recreativas	MC-SC-VIA-01	Implementación de un programa de comunicación asociado a la recuperación de vías impactadas por excavación superficial	Compensación	Durante la fase de construcción	Gestor Ambiental-Social Coordinador del Proceso Constructivo	US\$ 96 216,75	Recuperar la circulación vial a través de la colocación de carpeta de rodamiento	1) Obras de protección vial construidas 2) Comunicación con organizaciones involucradas ejecutada 3) Actividades de educación vial realizadas.	Revisión del documento Plan maestro para la regulación de flujo vehicular, seguridad y educación vial.	Mensual.	Bitácoras de construcción y organizaciones involucradas.	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de información del proceso.	
Excavación superficial	Centros educativos		G15	Interrupción de actividades académicas por labores de excavación superficial													Compensación
Excavación superficial	Dinámica vial		G16	Interrupción fija u ocasional del flujo vehicular continuo de vías por obras de excavación superficial													Compensación
Excavación superficial	Infraestructura		G18	Afectación a infraestructura pública asociada a caminos													Compensación
Excavación superficial	Organización comunal		G20	Malestar social por afectación a la dinámica diaria asociada a las excavaciones													Compensación

Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo												
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental					
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador	
Excavación superficial	Actividades económicas	Ley de tránsito 9078 Decreto Ejecutivo No. 29390-MOPT-S	G13	Limitación de actividad económica por labores de excavación superficial	MC-SC-VIA-02	Plan estratégico para la regulación de flujo vehicular, seguridad y educación vial en etapa constructiva	Mitigación	Durante la fase de construcción	Gestor Ambiental-Social Coordinador del Proceso Constructivo	US\$ 810 830,58	Procurar seguridad a usuarios, trabajadores y peatones; evitar o reducir la restricción u obstrucción del flujo vehicular y peatonal	Implementación del plan estratégico para la regulación de flujo vehicular, seguridad y educación vial en la etapa constructiva.	Porcentaje de avance de ejecución del plan estratégico para a regulación de flujo vehicular, seguridad y educación vial en la etapa constructiva.	Mensual	Reporte de avance de ejecución con detalle de actividades ejecutas incluidas capacitaciones, inducción y kilómetros de red vial atendida.	Previo al inicio de las labores constructivas, para cada una de las comunidades intervenidas como parte de la ejecución de las obras del proyecto, debe elaborarse un plan para la regulación del flujo vehicular, seguridad y educación vial. Dicho plan debe estar acompañado de una estrategia de divulgación en medios nacionales, locales, organizaciones comunales, gobiernos locales, empresas de transporte público e industria. De no ser así el proceso de construcción no puede iniciar.	
Excavación superficial	Dinámica vial		G16	Interrupción fija u ocasional del flujo vehicular continuo de vías por obras de excavación superficial													Mitigación
Excavación superficial	Organización comunal		G20	Malestar social por afectación a la dinámica diaria asociada a trastornos de la dinámica vial													Mitigación
Excavación superficial	Seguridad		G22	Aumento en la incidencia de accidentes viales													Mitigación
Construcción y presencia de infraestructura	Dinámica vial		K16	Afectación a la circulación vial por la construcción de obras													Mitigación
Uso de equipo y maquinaria	Dinámica vial		L16	Afectación del flujo vehicular diario por el tránsito y operación de equipo y maquinaria													Mitigación
Acopio temporal de materiales excavados y de construcción.	Dinámica vial		N16	Obstrucción temporal de vías													Mitigación
Uso de equipo y maquinaria	Seguridad		L22	Incremento de los accidentes de tránsito por la presencia de maquinaria pesada.													Mitigación
Acopio temporal de materiales excavados y de construcción.	Seguridad		N22	Incremento de accidentes viales por colisiones.													Mitigación

Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo											
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental				
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador
Excavación superficial	Actividades recreativas	Decreto 39200-S. Ley de tránsito N°9078	G14	Limitación de actividades recreativas	MC-SC-VIA-03	Reducir la intervención por excavación en la menor cantidad de tramos de la red vial mediante la utilización de la perforación horizontal dirigida.	Prevenición	Durante la fase de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gestor Ambiental-Social</li> <li>▪ Coordinador del Proceso Constructivo</li> </ul>	US\$ 31 237,92	Reducir la intervención por excavación en la menor cantidad de tramos de la red vial mediante la utilización de la perforación horizontal dirigida	Perforación horizontal dirigida implementada en tramos críticos viales.	Revisión de bitácoras de construcción y organizaciones involucradas.	Mensual.	Bitácoras de construcción y organizaciones involucradas.	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de información del proceso.
Excavación superficial	Centros educativos		G15	Interrupción de actividades académicas por labores de excavación superficial			Prevenición									
Excavación superficial	Dinámica vial		G16	Interrupción fija u ocasional del flujo vehicular continuo de vías por obras de excavación superficial			Prevenición									
Excavación superficial	Infraestructura		G18	Afectación a infraestructura pública asociada a caminos			Prevenición									
Excavación superficial	Organización comunal		G20	Malestar social por afectación a la dinámica diaria asociada a las excavaciones			Prevenición									
Construcción y presencia de infraestructura.	Dinámica vial	Decreto 39200-S Ley de tránsito N°9078	K16	Afectación a la circulación vial por la construcción de obras.	MC-SC-VIA-04	Coordinación interinstitucional para planificar obras de excavación	Mitigación	Antes y durante de la fase de construcción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gestor Ambiental-Social</li> <li>▪ Subgerente de Ambiente, Investigación y Desarrollo (AyA)</li> <li>▪ Coordinadores del proceso de ejecución de los proyectos PVAAM y MAMSJ</li> </ul>	US\$ 66 469,5	Coordinación de las unidades ejecutoras de los proyectos PAAM y MAMSJ para planificar y ejecutar las excavaciones requeridas en un mismo sector, para que no se lleven a cabo de forma simultánea, en procura de que la colocación de las tuberías de cada proyecto impacte el menor tiempo posible	Formas de acceso y estacionamiento adecuado en viviendas con limitación de paso por el proceso de excavación implementado	Revisión de bitácoras de construcción, registros de atención de quejas, atención a organizaciones involucradas de comunidades afectadas	Trimestral	Bitácoras de construcción, registros de atención de quejas y organizaciones involucradas	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de información del proceso.



Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo												
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental					
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador	
Excavación superficial	Viviendas	Ley de tránsito 9078 Decreto Ejecutivo No. 29390-MOPT-S	G28	Limitación de acceso a las viviendas por excavación superficial	MC-SC-VIV-01	Plan para dotar de acceso o estacionamiento adecuado en viviendas con limitación de paso por el proceso de excavación	Mitigación	Durante la fase de construcción	Gestor Ambiental-Social Coordinador del Proceso Constructivo	US\$ 81 669,00	Proporcionar entradas y estacionamientos adecuados a los vehículos de las viviendas en zonas que se utilizarán para el desarrollo de las obras, con el fin de minimizar los impactos que esta actividad puede generar (parques temporales, estructuras temporales para facilitar ingreso para 1777 viviendas, zona crítica)	Formas de acceso y estacionamiento adecuado en viviendas con limitación de paso por el proceso de excavación implementado	Revisión de bitácoras de construcción, registros de atención de quejas, atención a organizaciones involucradas de comunidades afectadas	Trimestral.	Bitácoras de construcción, registros de atención de quejas y organizaciones involucradas	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de información del proceso.	
Excavación superficial	Organización comunal		G20	Malestar social por afectación a la dinámica diaria asociada a trastornos de la dinámica vial													Mitigación
Reclutamiento de personal	Salud	Ley 5395 Ley 7794 Ley 1634 Decreto 32327-S Decreto 33601	B21	Aumento en la demanda de servicios de salud local para la contratación del personal	MC-SC-SA-01	Monitoreo social de la optimización del proceso de excavación superficial y construcción.	Mitigación	Durante la fase de construcción	Gestor Ambiental-Social Coordinador del Proceso Constructivo	US\$ 113 482,88	Proporcionar, ante el detrimento de los determinantes ambientales de la salud, optimización de los procesos asociados a la construcción de obras. Plazos temporales de obras según zonas críticas	100% de protocolo para la optimización del proceso de excavación diseñado e implementado.	Revisión de bitácoras de construcción, registros fotográficos de señalización e iluminación, atención a organizaciones involucradas de comunidades afectadas.	Trimestral.	Bitácoras de construcción, registros fotográficos de señalización e iluminación y organizaciones involucradas.	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de información del proceso. De no ser así el Gestor ambiental debe coordinar con las jefaturas correspondientes para posponer el avance del proceso constructivo hasta que se ejecute la medida.	
Establecimiento y manejo de escombreras	Salud		C21	Afectación de los determinantes ambientales de la salud por presencia de partículas en suspensión resultantes del manejo de escombreras													Mitigación
Desmante y limpieza	Salud		D21	Afectación a los determinantes ambientales de la salud por presencia de partículas suspendidas durante el desmante y la limpieza													Mitigación
Excavación superficial	Salud		G21	Afectación a la salud por contaminación del aire por intervención de vías													Mitigación
Elaboración de concretos	Salud		J21	Afectación a la salud por ruido y polvo													Mitigación
Uso de maquinaria y equipos	Salud		L21	Afectación de los determinantes ambientales de la salud por uso de equipo y maquinaria de los procesos constructivos													Mitigación
Acopio temporal de materiales excavados y de construcción	Salud		N21	Afectación a la salud por presencia de material particulado													Mitigación

Impacto			Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo														
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental					
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador	
Construcción de infraestructura	Salud	Ley No. 8261 Ley N° 5395 Política N° 37110-S	K21	Alteración de los determinantes ambientales de la salud de las personas residentes en el Centro RENACER	MC-SC-SA-02	Plan de aislamiento acústico y visual de las instalaciones de la Asociación RENACER	Prevención	Durante la fase de construcción y operación	Gestor Ambiental-Social Coordinador del Proceso Constructivo	US\$ 78 838,55	Establecer mecanismos de aislamiento acústico como el conjunto de técnicas, sistemas y tratamientos encaminados a reducir y/o evitar la transmisión de las ondas sonoras (y las vibraciones), por vía aérea o vía estructural, entre un recinto emisor y un recinto receptor. En términos de magnitud física, el aislamiento acústico será la porción de energía que la onda sonora se atenúa al transmitirse desde un recinto emisor a un receptor.	Plan de aislamiento acústico y visual de las instalaciones de la Asociación RENACER implementado.	Revisión de registros de comunicación y evaluación de resultados. Asimismo, bitácoras de construcción cuando sea necesario.	Semestral.	Registros de comunicación, de evaluación de resultados y fotográfico de las actividades relacionadas.	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de información del proceso. De no ser así el Gestor ambiental debe coordinar con las jefaturas correspondientes para posponer el avance del proceso constructivo hasta que se ejecute la medida.	
Presencia de personal	Salud		M22	Faltas al código de comportamiento laboral de los trabajadores de las obras													Prevención
Uso de maquinaria y equipos	Salud		L21	Afectación de los determinantes ambientales de la salud por uso de equipo y maquinaria de los procesos constructivos.													Prevención
Excavación superficial	Actividades educativas	Ley 5395 Ley 7794	G15	Interrupción de actividades académicas por labores de excavación superficial	MC-SC-ED-01	Seguimiento al plan para la remediación de daños a infraestructura y control del ruido en Centros Educativos	Mitigación	Durante la fase de construcción	Gestor Ambiental-Social Coordinador del Proceso Constructivo	US\$ 83 207,88	Establecer un protocolo para recuperar la infraestructura educativa que se pueda ver afectada por construcción de obras, asimismo, en caso de contaminación sónica que impida las labores académicas, generar un asilamiento	Protocolo para para la recuperación de infraestructura afectada y aislamiento sónico en Centros Educativos	Revisión de línea base de infraestructura educativa implementada y reportes de daños ocasionados	Trimestral.	Informe de línea base de infraestructura educativa y reportes de daños ocasionados.	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de información del proceso. De no ser así el Gestor ambiental debe coordinar con las jefaturas correspondientes para posponer el avance del proceso constructivo hasta que se ejecute la medida.	
Construcción y presencia de infraestructura	Actividades educativas		K15	Afectación a centros educativos por las labores constructivas													Mitigación
Uso de equipo y maquinaria	Actividades educativas		L15	Afectación a las actividades escolares por el ruido de la maquinaria													Mitigación
Uso de maquinaria y equipo	Dinámica vial	Ley de tránsito 9078 Decreto Ejecutivo No. 29390-MOPT-S	L18	Daños a la infraestructura vial por el tránsito de equipo y maquinaria	MC-SC-IN-02	Proyecto de recuperación de infraestructura vial del Puente Negro de Orosi y puente en comunidad Navarro el Muñeco	Compensación	Durante la fase de construcción	Gestor Ambiental-Social Coordinador del Proceso Constructivo	US\$ 1 151 856,79	Establecer un proyecto de recuperación de infraestructura vial vulnerable por tránsito de maquinaria pesada, en el Puente Negro de Orosi y el puente Navarro el Muñeco.	100% de puentes reconstruidos y funcionando	Revisión de informes de etapas del ciclo del proyecto de recuperación de infraestructura vial	Trimestral.	Informe de etapas del ciclo del proyecto de recuperación de infraestructura vial	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de información del proceso. De no ser así el Gestor ambiental debe coordinar con las jefaturas correspondientes para posponer el avance del proceso constructivo hasta que se ejecute la medida.	

Impacto				Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo													
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental					
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador	
Conducción, almacenamiento y distribución del agua.	Dinámica vial	Ley 7416 Ley 7317 Decreto 26435-MINAE Ley 7788	R16	Afectación a la Infraestructura vial por fallos en el sistema conducción, almacenamiento y distribución del agua.	MC-SC-IN-03	Plan de remediación de daños a infraestructura pública (Electricidad, agua potable, agua residual, Fibra óptica, aceras, cercamientos perimetrales)	Compensación	Durante la fase de construcción	Gestor Ambiental-Social Coordinador del Proceso Constructivo	US\$ 83 207,88	Establecer, en caso de verse afectada la infraestructura de servicios públicos un mecanismo de respuesta para la recuperación en la inmediatez de la ocurrencia del evento (Electricidad, agua potable, agua residual, Puentes, Fibra óptica, aceras, cercamientos perimetrales)	100% de protocolo de intervención en caso de daños a la infraestructura de servicios públicos diseñado e implementado	Revisión de informes definidos en los protocolos.	Mensual.	Informes de protocolo de intervención en caso de daños a la infraestructura.	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de información del proceso. De no ser así el Gestor ambiental debe coordinar con las jefaturas correspondientes para posponer el avance del proceso constructivo hasta que se ejecute la medida.	
Excavación superficial	Servicios públicos		G 23	Afectación a infraestructura asociada a servicios públicos													Compensación
Presencia de personal	Servicios públicos		M23	Incremento en la demanda de servicios públicos por aumento de usuarios.													Compensación
Excavación superficial	Uso social del agua		G27	Afectación al abastecimiento y acceso del recurso hídrico.													Compensación
Presencia de infraestructura	Seguridad	No hay legislación aplicable.	K22	Afectación a la seguridad comunal por utilización de puente tubo para cruzar el río	MC-SC-IN-04	Diseño de los puente-tubería con barreras físicas que impidan la circulación de personas entre márgenes	Prevención	Durante la fase de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestor Ambiental-Social</li> <li>Coordinador del Proceso Constructivo</li> </ul>	US\$ 6 898,43	Establecer barreras físicas que impidan el tránsito de personas entre márgenes en los diferentes puentes-tubería del trayecto diseñadas y construidas	100% de barreras físicas que impidan el tránsito de personas entre márgenes en los diferentes puentes-tubería del trayecto diseñadas y construidas	Revisión de los diseños y bitácoras constructivas	Al principio y al final de la construcción de la obra	Documento de diseño de obra y registros de bitácoras de construcción	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de información del proceso. De no ser así el Gestor ambiental debe coordinar con las jefaturas correspondientes para posponer el avance del proceso constructivo hasta que se ejecute la medida.	
Excavación subterránea	Usos sociales del agua	Ley N° 276	I27	Limitación de usos sociales del agua asociada a la excavación subterránea	MC-SC-IN-05	Programa de gestión y seguridad del abastecimiento de agua potable en comunidades del AID	Prevención	Durante la fase de construcción	Gestor Ambiental-Social Coordinador del Proceso Constructivo	US\$ 138 632,13	Establecer medidas tendientes a asegurar el funcionamiento adecuado de los sistemas de agua potable vulnerables a las obras y actividades del proyecto pertenecientes a comunidades del AID	Programa de vigilancia y seguridad del abastecimiento de agua potable implementado	Revisión de acciones de mejora para organizaciones Revisión de monitores hidrogeológicos	Trimestral.	Registros de monitoreos hidrogeológicos Registros de actividades de apoyo técnico	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de información del proceso. De no ser así el Gestor ambiental debe coordinar con las jefaturas correspondientes para posponer el avance del proceso constructivo hasta que se ejecute la medida.	
Conducción, almacenamiento y distribución del agua	Organización comunal		R20	Incremento de conflictos sociales por la demanda de acceso al recurso hídrico													Mitigación
Aprovechamiento de agua	Actividad económica		E13	Disminución del caudal disponible del servicio de agua para el desarrollo adecuado de actividades económicas													Compensación
Aprovechamiento de agua	Servicios públicos		E23	Competencia por el caudal disponible del servicio de agua potable para la población.													Compensación

Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo											
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental				
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador
Uso de maquinaria y equipos	Infraestructura vial	Ley de tránsito 9078 Decreto Ejecutivo No. 29390-MOPT-S	L20	Daños a la infraestructura vial por el tránsito de equipo y maquinaria	MC-SC-IN-06	Mejoramiento de la seguridad vial del tramo Puente Negro de Orosi- Finca El Cedral	Compensación	Antes de la fase de construcción	Gestor Ambiental-Social Coordinador del Proceso Constructivo	US\$ 23 690,94	Mejorar las condiciones de vialidad del tramo Puente Negro hasta la entrada a la Finca el Cedral, específicamente, la zona de curvas en relación a vivienda antigua.	Realización de obras para el mejoramiento vial en el tramo "Puente Negro-El Cedral".	Revisión de informes por etapa.	Trimestral.	Registros de diagnósticos elaborados y plan de acción escrito.	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de información del proceso. De no ser así el Gestor ambiental debe coordinar con las jefaturas correspondientes para posponer el avance del proceso constructivo hasta que se ejecute la medida.
Uso de maquinaria y equipos	Organización comunal	No hay legislación aplicable	L21	Malestar de las organizaciones por el deterioro de la red vial			Compensación									
Construcción y presencia de infraestructura	Vivienda	Ley 9286	K28	Afectación a vivienda ubicada en curva Puente Negro			Compensación									

Impacto					Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo												
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental					
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador	
Desmonte y limpieza	Organización comunal	No hay legislación aplicable	D20	Malestar de organizaciones comunales por reducción o pérdida de áreas forestales sensibles	MC-SC-OR-02	Unidad técnica para la atención y gestión de molestias comunales y promoción del proyecto	Mitigación	Durante la fase de construcción	Gestor Ambiental-Social Coordinador del Proceso Constructivo	US\$ 331 938,88	Establecer unidad técnica de atención de molestias de las comunidades en área de influencia del proyecto. Asimismo, que sea facilitadora de una estrategia de comunicación de las medidas ambientales y divulgación de beneficios del proyecto.	Oficina técnica para la atención de molestias comunales y promoción del proyecto implementada.	Revisión de registros de atención de molestias, comunicación y de evaluación de resultados.	Trimestral.	Registros de comunicación y de evaluación de resultados.	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de información del proceso. De no ser así el Gestor ambiental debe coordinar con las jefaturas correspondientes para posponer el avance del proceso constructivo hasta que se ejecute la medida.	
Excavación superficial	Organización comunal		G20	Malestar social por afectación a la dinámica diaria asociada a trastornos de la dinámica vial													Mitigación
Uso de maquinaria y equipo	Organización comunal		L20	Malestar de las organizaciones por el deterioro de la red vial													Mitigación
Construcción de infraestructura	Organización comunal		K20	Malestar comunal por construcción de infraestructura													Mitigación
Excavaciones subterráneas	Organización comunal		I20	Malestar social por afectación a la dinámica diaria asociada a excavaciones subterráneas.													Mitigación
Acopio temporal de materiales	Organización comunal		N20	Malestar comunal por trastornos en la dinámica vial													Mitigación
Conducción, almacenamiento o distribución del agua	Organización comunal		R20	Incremento de conflictos sociales por la demanda de acceso al recurso hídrico													Mitigación

Impacto			Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo													
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental				
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador
Excavación subterránea	Salud	Ley 7530 Decreto N° 37985-SP	I21	Aumento del factor de percepción de amenaza asociada a la acústica del uso de explosivos	MC-SC-OR-03	Sensibilización sobre el tema de explosivos en las comunidades de AID	Prevención	Antes de la fase de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestor Ambiental-Social</li> <li>Coordinador del Proceso Constructivo</li> </ul>	US\$ 30 817,85	Mejorar las condiciones de información acerca del uso de explosivos en las comunidades en áreas de túnel	100% del Divulgación de información acerca del uso de explosivos en las áreas de túnel ejecutado.	Revisión de minutas y listas de asistencia por comunidad.	Semestral.	Registros de minutas y listas de asistencia por comunidad.	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de información del proceso. De no ser así el Gestor ambiental debe coordinar con las jefaturas correspondientes para posponer el avance del proceso constructivo hasta que se ejecute la medida..
	Seguridad		I22	Temor de la población por activación de fallas locales por el uso de explosivos												
Conducción, almacenamiento y distribución del agua	Organización comunal	No hay legislación aplicable	R20	Incremento de conflictos sociales por la demanda de acceso al recurso hídrico	MC-SC-OR-04	Diagnóstico ambiental y plan de acción ambiental del Acueducto Orosi 1	Compensación	Antes y durante la fase de construcción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestor Ambiental-Social</li> <li>Coordinador del Proceso Constructivo</li> </ul>	US\$ 188 923,49	El Diagnóstico Ambiental está constituido por un conjunto de estudios, análisis y propuestas de actuación y seguimiento que abarcan el estado ambiental del Acueducto Orosi 1.	100% del Diagnóstico ambiental y plan de acción ambiental del Acueducto Orosi 1 elaborado y socializado.	Revisión de informes por etapa, socialización de los resultados.	Trimestral en etapa de excavación subterránea, y semestral el resto del período.	Registros de diagnósticos elaborados y plan de acción escrito.	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de información del proceso.
Seguridad	Presencia de personal	Ley 7476	M22	Faltas al código de comportamiento laboral de los trabajadores de las obras.	MC-SC-OR-05	Inducción del código de conducta para trabajadores del proyecto.	Prevención	Antes de la fase de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestor Ambiental-Social</li> <li>Coordinador del Proceso Constructivo</li> </ul>	US\$ 76 053,95	Divulgación de código de conducta para trabajadores de obras.	100% del Divulgación de actividades de información acerca del código de conducta laboral	Revisión de listas de asistencia por actividad y frente de trabajo.	Semestral.	Registros de listas de asistencia por actividad y frente de trabajo.	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de información del proceso. De no ser así el Gestor ambiental debe coordinar con las jefaturas correspondientes para posponer el avance del proceso constructivo hasta que se ejecute la medida.
Conducción, almacenamiento y distribución del agua.	Uso social del agua	Ley N° 276	R27	Mejora en la cobertura del servicio de agua	MC-SC-COM-01	Estrategia para la promoción de solidaridad hídrica entre zonas de captación y de consumo.	Potenciación	Antes y durante de la fase de construcción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestor Ambiental-Social</li> </ul>	US\$ 94 942,6	Mejorar la comunicación y el apoyo técnico con las municipalidades que comparten territorio en las áreas de recarga, y las zonas de abastecimiento. Potenciar el fortalecimiento de las relaciones entre gobiernos locales beneficiados del agua potable y los municipios "colectores de agua".	Porcentaje de cumplimiento de las actividades desarrolladas para la promoción de solidaridad hídrica entre zonas de captación y de consumo establecida	Trimestral	Informes de actividades y minutas de reuniones	Informes de actividades y minutas de reuniones	Antes del inicio de la obra debe existir el registro del proceso de vinculación entre los proyectos y con las organizaciones del área de influencia. De no ser así el Gestor ambiental debe coordinar con las jefaturas correspondientes para resolver antes del avance del proceso constructivo hasta que se ejecute la medida.



Impacto				Medidas correctivas, plan de aplicación y monitoreo													
Acción impactante	Factor Ambiental Impactado	Normativa aplicable (con relación al "factor ambiental" impactado)	Impacto		Medida			Tiempo de aplicación	Responsable de la ejecución	Costo de la medida	Síntesis del compromiso ambiental	Indicador de Desempeño Ambiental					
			Código	Nombre de Impacto	Código	Nombre de la medida	Efecto correctivo					Nombre	Acción	Frecuencia	Registro	Interpretación del Indicador	
Establecimiento y manejo de escombreras	Sitios arqueológicos	Ley N° 6703. Ley N° 7555.	C24	Destrucción de Patrimonio Arqueológico por colocación de material	MC-SC-ARQ-01	Implementación de plan de gestión de recurso arqueológico en sitios previamente identificados con presencia de remanentes culturales precolombinos.	Preventiva	Antes y durante la fase de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gestor Ambiental</li> <li>▪ Arqueólogo</li> <li>▪ Coordinador del Proceso Constructivo</li> </ul>	US\$ 172 780,15	Diseñar e implementar un plan de gestión de recurso arqueológico que permita la disminuir la afectación y destrucción de los remanentes culturales contenidos en el área de proyecto antes de que inicien las labores constructivas, o ante un hallazgo fortuito durante el desarrollo de las mismas.	Porcentaje de ejecución del plan de gestión de recurso arqueológico en sitios previamente identificados con presencia de remanentes culturales precolombinos.	Presentación de propuesta de evaluación, presentación de informes parciales y final.	Al inicio y al final del proceso de evaluación.	Nota de aval de CAN, Informes recibidos CAN.	Antes del inicio de cualquier obra debe existir el registro de la implementación de plan de gestión de recurso arqueológico. De no ser así el Gestor ambiental en arqueología debe coordinar con las jefaturas correspondientes para posponer el avance del proceso constructivo hasta que se ejecute el debido proceso de evaluación y gestión de los remanentes culturales precolombinos.	
Desmonte y limpieza	Sitios arqueológicos		D24	Destrucción de Patrimonio Arqueológico por remoción de matriz del suelo													Preventiva
Excavación superficial	Sitios arqueológicos		G24	Destrucción al Patrimonio Cultural por excavación superficial.													Preventiva
Establecimiento y manejo de escombreras	Sitios arqueológicos	Ley N° 6703. Ley N° 7555.	C24	Destrucción de Patrimonio Arqueológico por colocación de material	MC-SC-ARQ-02	Sensibilización del personal en etapa constructiva para la adecuada gestión del recurso arqueológico	Preventiva	Antes y durante la fase de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gestor Ambiental-Arqueólogo</li> <li>▪ Diseñador Gráfico</li> <li>▪ Coordinador del Proceso Constructivo</li> </ul>	US\$ 33 104,67	Diseñar e implementar un programa de charlas inductivas y material de apoyo (manual de bolsillo, presentaciones y material de apoyo impreso), dirigidas al personal del proyecto sobre el adecuado manejo del recurso arqueológico (legislación y procedimientos); que permita disminuir la afectación y destrucción de los remanentes culturales; contenidos en el área de proyecto por acción del personal. Dicha inducción debe realizarse cada vez que se dé la contratación de personal.	Porcentaje de colaboradores capacitados en charlas de sensibilización del personal en etapa constructiva para la adecuada gestión del recurso arqueológico.	Presentación de propuesta de charla, material impreso, presentación de informes parciales.	Cada vez que se contrate personal.	Listas de asistencia, Informes, registros fotográficos.	Al ingreso de nuevo personal se debe cada colaborador debe contar con la inducción de sensibilización del personal en etapa constructiva para la adecuada gestión del recurso arqueológico De no ser así el Gestor ambiental en arqueología debe coordinar con las jefaturas correspondientes para posponer el ingreso del colaborador dentro del proceso constructivo hasta que se ejecute el debido proceso de inducción en la adecuada gestión del recurso arqueológico.	
Desmonte y limpieza	Sitios arqueológicos		D24	Destrucción de Patrimonio Arqueológico por remoción de matriz del suelo													Preventiva
Excavación superficial	Sitios arqueológicos		G24	Destrucción al Patrimonio Cultural por excavación superficial.													Preventiva
Presencia de personal	Sitios arqueológicos		M24	Huaqueo de sitios arqueológicos por del proyecto.													Preventiva

### **13. Evaluación del Riesgo Ambiental**

En el apartado desarrollado a continuación, se aporta una síntesis de los riesgos identificados para el proceso de construcción y operación del PVAAM, así como los planes de acción propuestos para gestionarlos, en caso de llegar a suscitarse.

Para conocer mayores detalles en torno al análisis de riesgos y los planes de acción para el manejo de contingencias, realizados para este proyecto, se recomienda remitirse al Tomo XVII, capítulo 13 del informe técnico completo del EsIA del PVAAM.

#### **13.1. Riesgos identificados**

Del Cuadro.13.1.1, al Cuadro.13.1.7, se muestra la descripción de los riesgos, según la fase del proyecto, para las categorías de amenazas identificadas. Además, se incluye un código de referencia para la respectiva identificación de cada riesgo.

##### **13.1.1. Riesgos derivados de Amenazas Naturales**

En el Cuadro.1.1.1 y en el Cuadro.13.1.2, se describen los riesgos derivables de las amenazas naturales que podrían afectar las actividades y obras de la Fase de Construcción y de la Fase de Operación del PVAAM, respectivamente.

Se indican además los componentes vulnerables del proyecto, o del entorno, susceptibles de verse expuestos a los riesgos descritos.

**Cuadro.13.1.1.** Descripción de los Riesgos Naturales identificados durante la Fase de Construcción del PVAAM.

<b>Componente vulnerable</b>	<b>Amenaza</b>	<b>Descripción del riesgo</b>	<b>Código de referencia del riesgo</b>
Componente 1 (Desarenador)	Sismicidad	Daños parciales de la estructura	<b>RN-FC-A1</b>
	Inundaciones	Erosión del suelo donde se cimienta o en los alrededores de la obra	<b>RN-FC-E1</b>
	Flujos de lodo	Obstrucción de excavaciones, arrastre de materiales, erosión del terreno	<b>RN-FC-F1</b>
Componente 2 (Obra subterráneas)	Sismicidad	Hundimientos y colapso parcial de estructuras, caída de rocas en el interior de la obra	<b>RN-FC-A2</b>
	Inundaciones	Erosión del suelo y desestabilización de excavaciones	<b>RN-FC-E2</b>
	Flujos de lodo	Obstrucción de excavaciones por acumulación del material sólido transportado	<b>RN-FC-F2</b>
Componente 2 (Tuberías de conducción)	Sismicidad	Daños parciales de la estructura	<b>RN-FC-A3</b>
	Fallas Activas	Daños parciales de la estructura, en los sitio donde atraviesan las trazas de la falla	<b>RN-FC-B3</b>
	Movimientos de masa	Daños parciales o totales de la estructura, colapso parcial de taludes	<b>RN-FC-C3</b>
	Licuefacción	Daños parciales de la estructura	<b>RN-FC-D3</b>
	Inundaciones	Erosión del suelo, desestabilización de las excavaciones de zanjas, desenterrar, desplazar o incluso llevarse tramos de tubería	<b>RN-FC-E3</b>
	Flujos de lodo	Desplazamiento o arrastre de tramos de tubería	<b>RN-FC-F3</b>
Planta potabilizadora	Sismicidad	Afectación parcial de la obra, colapso parcial de taludes de excavación	<b>RN-FC-A4</b>
	Inundación	Erosión del suelo donde se cimienta o en los alrededores de la obra, arrastre y pérdida de materiales en la corriente	<b>RN-FC-E4</b>
	Flujo de lodos	Erosión del suelo, deslizamientos, depósito de material sólido que se debe remover para construir	<b>RN-FC-F4</b>
	Tormenta eléctrica	Lesiones o traumas en los trabajadores que construyen la obra, producto de impactos directos o indirectos	<b>RN-FC-G4</b>
Componente 4 (Tuberías de Distribución)	Sismicidad	Daños parciales o totales de la estructura	<b>RN-FC-A5</b>
	Fallas Activas	Daños parciales o totales de la estructura, en los sitio donde atraviesan las trazas de la falla	<b>RN-FC-B5</b>

<b>Componente vulnerable</b>	<b>Amenaza</b>	<b>Descripción del riesgo</b>	<b>Código de referencia del riesgo</b>
	Movimientos de masa	Daños parciales o totales de la estructura	<b>RN-FC-C5</b>
	Licuefacción	Daños parciales de la estructura	<b>RN-FC-D5</b>
	Inundación	Erosión del suelo, desestabilización de las excavaciones de zanjas, desenterrar, desplazar o incluso llevarse tramos de tubería	<b>RN-FC-E5</b>
	Flujo de lodos	Desplazamiento o arrastre de tramos de tubería	<b>RN-FC-F5</b>
Escombreras	Sismicidad	Colapso parcial de taludes y arrastre de materiales	<b>RN-FC-A6</b>
	Movimientos en masa	Colapso parcial de taludes y arrastre de materiales	<b>RN-FC-C6</b>
	Licuefacción	Colapso parcial de taludes y arrastre de materiales	<b>RN-FC-D6</b>
	Inundación	Erosión del suelo que puede llevar a socavación profunda, socavación lateral, deslizamientos y avalanchas de escombros	<b>RN-FC-E6</b>
	Flujo de lodos	Deslizamientos y avalanchas de escombros	<b>RN-FC-F6</b>
Instalaciones provisionales	Sismicidad	Daños parciales de estructuras	<b>RN-FC-A7</b>
	Inundación	Pérdida de equipos y materiales, erosión del suelo y deslizamientos	<b>RN-FC-E7</b>
	Flujo de lodos	Pérdida de equipos y materiales, deslizamientos y arrastre de materiales	<b>RN-FC-F7</b>
	Tormenta eléctrica	Lesiones o traumas en los trabajadores que construyen la obra, producto de impactos directos o indirectos	<b>RN-FC-G7</b>
Infraestructura vial	Sismicidad	Afectación parcial, colapso de taludes, y arrastres de sedimentos	<b>RN-FC-A8</b>
	Fallas activas	Afectación parcial, en los sitio donde la traza de la falla corte caminos	<b>RN-FC-B8</b>
	Movimientos en masa	Colapso parcial de taludes, afectación parcial de la obra	<b>RN-FC-C8</b>
	Inundación	Erosión y socavación del suelo, destrucción de pilas y estribos de puentes	<b>RN-FC-E8</b>
	Flujo de lodos	Erosión y deslizamiento de taludes. Arrastre y pérdida de materiales	<b>RN-FC-F8</b>
Personal / Comunidad	Sismicidad	Interrupción de vías por arrastres de sedimentos y afectación de las vías	<b>RN-FC-A9</b>
	Fallas activas	Interrupción de vías por arrastres de sedimentos y afectación de las vías	<b>RN-FC-B9</b>
	Movimientos en masa	Interrupción de vías por arrastres de sedimentos y afectación de las vías	<b>RN-FC-C9</b>

<b>Componente vulnerable</b>	<b>Amenaza</b>	<b>Descripción del riesgo</b>	<b>Código de referencia del riesgo</b>
	Inundación	Muerte o lesión por ahogamiento y golpes o traumas por material que la corriente arrastra	<b>RN-FC-E9</b>
	Flujo de lodos	Muerte o lesión por golpe con los sólidos que son transportados	<b>RN-FC-F9</b>
	Tormenta eléctrica	Lesiones o traumas en los trabajadores que construyen la obra, producto de impactos directos o indirectos	<b>RN-FC-G9</b>

**Cuadro.13.1.2.** Descripción de los Riesgos Naturales identificados durante la Fase de Operación del PVAAM.

<b>Componente vulnerable</b>	<b>Amenaza</b>	<b>Descripción del riesgo</b>	<b>Código de referencia del riesgo</b>
Componente 1 (Desarenador)	Sismicidad	Daños parciales o totales de la estructura, colapso de taludes, arrastre de sedimentos que ocasionen colmatación.	<b>RN-FO-A1</b>
	Inundación	Entrada de azolve producto de la avenida, erosión del suelo y deslizamientos.	<b>RN-FO-E1</b>
	Flujo de lodos	Aumento en la carga de sólidos y desbordamiento de la capacidad de diseño.	<b>RN-FO-F1</b>
Componente 2 (Obra subterráneas)	Sismicidad	Hundimientos y colapso de estructuras, salida de operación del sistema	<b>RN-FO-A2</b>
	Inundación	Desenterrar, desplazar o llevarse tramos de tubería	<b>RN-FO-E2</b>
Componente 2 (Tuberías de conducción)	Sismicidad	Daños a la estructura, rompimiento de la tubería	<b>RN-FO-A3</b>
	Fallas Activas	Daños a la estructura, en los sitio donde atraviesan las trazas de la falla	<b>RN-FO-B3</b>
	Movimientos de masa	Colapso de taludes, que ocasionen rompimiento de la tubería, perdida de materiales de la tubería	<b>RN-FO-C3</b>
	Inundación	Desenterrar, desplazar o llevarse tramos de tubería	<b>RN-FO-E3</b>
Planta potabilizadora	Sismicidad	Afectación de la obra.	<b>RN-FO-A4</b>
	Inundación	Entrada de azolve producto de la avenida, erosión del terreno donde se cimienta o en los alrededores de la obra	<b>RN-FO-E4</b>
	Flujo de lodos	Obstrucción de canales y piletas, desplazamiento y/o daños a equipos de control de la planta	<b>RN-FO-F4</b>
	Tormenta eléctrica	Lesiones o traumas en los trabajadores que operan la planta. Daños en los equipos de control de la planta	<b>RN-FO-G4</b>
Componente 4 (Tuberías de Distribución)	Sismicidad	Daños parciales o totales de la estructura	<b>RN-FO-A5</b>
	Fallas Activas	Daños parciales o totales de la estructura, en los sitio donde atraviesan las trazas de la falla	<b>RN-FO-B5</b>
	Movimientos de masa	Daños parciales o totales de la estructura, enterramiento de la tubería	<b>RN-FO-C5</b>
	Inundación	Desenterrar, desplazar o llevarse tramos de tubería	<b>RN-FO-E5</b>
Escombreras	Sismicidad	Colapso taludes y arrastre de materiales	<b>RN-FO-A6</b>



<b>Componente vulnerable</b>	<b>Amenaza</b>	<b>Descripción del riesgo</b>	<b>Código de referencia del riesgo</b>
	Movimientos en masa	Colapso de taludes y arrastre de materiales	<b>RN-FO-C3</b>
	Inundación	Erosión hídrica que puede provocar deslizamientos y avalanchas de escombros	<b>RN-FO-E6</b>
	Flujo de lodos	Deslizamientos y avalanchas de escombros	<b>RN-FO-F6</b>
Instalaciones provisionales	Sismicidad	Daños de estructuras	<b>RN-FO-A7</b>
	Inundación	Daños en la infraestructura, pérdida de equipo	<b>RN-FO-E7</b>
	Flujo de lodos	Deslizamientos, pérdidas de materiales y equipos	<b>RN-FO-F7</b>
	Tormenta eléctrica	Lesiones o traumas en los trabajadores que ocupan las oficinas. Daños en los equipos de cómputo	<b>RN-FO-G7</b>
Infraestructura vial	Sismicidad	Afectación parcial, colapso de taludes, y arrastres de sedimentos	<b>RN-FO-A8</b>
	Fallas activas	Afectación parcial, en los sitio donde la traza de la falla corte caminos	<b>RN-FO-B8</b>
	Movimientos en masa	Colapso parcial de taludes, afectación parcial o total de la obra	<b>RN-FO-C8</b>
	Inundación	Erosión del suelo y de pasos por encima de la vía, socavación de calle, cunetas, pilas y estribos de puentes, arrastre de vehículos y destrucción de puentes por la corriente, colapso de alcantarillas. Saturación de la estructura de pavimento y expansión de la subrasante.	<b>RN-FO-E8</b>
	Flujo de lodos	Arrastre de materiales de puentes, carreteras; destrucción de carpeta asfáltica, vehículos	<b>RN-FO-F8</b>
Personal / Comunidad	Sismicidad	Interrupción de vías por arrastres de sedimentos y afectación de las vías	<b>RN-FO-A9</b>
	Fallas activas	Interrupción de vías por arrastres de sedimentos y afectación de las vías	<b>RN-FO-B9</b>
	Movimientos en masa	Interrupción de vías por arrastres de sedimentos y afectación de las vías	<b>RN-FO-C9</b>

### **13.1.2. Riesgos derivados de Amenazas Industriales**

En el Cuadro.13.1.3, el Cuadro.13.1.4 y el Cuadro.13.1.5, se describen los riesgos derivables de las amenazas industriales que podrían afectar las actividades y obras de la Fase de Construcción (incluyendo las actividades que deben ser objeto de clausura o cierre durante esta Fase) y de la Fase de Operación del PVAAM, respectivamente.

Se indican además los componentes vulnerables del proyecto, o del entorno, susceptibles de verse expuestos a los riesgos descritos.

**Cuadro.13.1.3.** Descripción de los Riesgos Industriales identificados durante la Fase de Construcción.

<b>Componente vulnerable</b>	<b>Amenaza</b>	<b>Descripción del riesgo</b>	<b>Código de referencia del riesgo</b>
Suelo	Derrame de sustancias peligrosas durante el transporte	Contaminación del suelo	<b>RI-FC-A1</b>
	Derrame de sustancias peligrosas en zonas no impermeabilizadas	Contaminación del suelo	<b>RI-FC-B1</b>
Agua	Derrame de sustancias peligrosas durante el transporte	Contaminación del agua	<b>RI-FC-A2</b>
	Derrame de sustancias peligrosas en zonas no impermeabilizadas	Contaminación del agua	<b>RI-FC-B2</b>
Agua subterránea	Derrame de sustancias peligrosas durante el transporte	Contaminación del agua subterránea	<b>RI-FC- A3</b>
	Derrame de sustancias peligrosas en zonas no impermeabilizadas	Contaminación del agua subterránea	<b>RI-FC-B3</b>
Instalaciones provisionales (oficinas, comedor, bodega, áreas de acopio residuos ordinarios y batería de baños)	Incendio	Daño parcial o total de la estructura	<b>RI-FC-C4</b>
	Explosión	Daño parcial o total de la estructura	<b>RI-FC-D4</b>
Área de mantenimientos y lavado	Incendio	Daño parcial o total de la estructura	<b>RI-FC-C5</b>
	Explosión	Daño parcial o total de la estructura	<b>RI-FC-D5</b>
Planta de agregados	Incendio	Daño parcial o total de la estructura	<b>RI-FC-C6</b>
	Explosión	Daño parcial o total de la estructura	<b>RI-FC-D6</b>
Banco de transformadores	Incendio	Pérdida de los transformadores	<b>RI-FC-C7</b>
	Explosión	Pérdida de los transformadores	<b>RI-FC-D7</b>

**Cuadro.13.1.4.** Descripción de los Riesgos Industriales identificados durante la Fase de Operación.

<b>Componente vulnerable</b>	<b>Amenaza</b>	<b>Descripción del riesgo</b>	<b>Código de referencia del riesgo</b>
Suelo	Derrame de sustancias peligrosas durante el transporte	Contaminación del suelo	<b>RI-OP-A1</b>
	Derrame de sustancias peligrosas en zonas no impermeabilizadas	Contaminación del suelo	<b>RI-OP-B1</b>
Agua	Derrame de sustancias peligrosas durante el transporte	Contaminación del agua	<b>RI-OP-A2</b>
	Derrame de sustancias peligrosas en zonas no impermeabilizadas	Contaminación del agua	<b>RI-OP-B2</b>
Agua subterránea	Derrame de sustancias peligrosas durante el transporte	Contaminación del agua subterránea	<b>RI-OP-A3</b>
	Derrame de sustancias peligrosas en zonas no impermeabilizadas	Contaminación del agua subterránea	<b>RI-OP-B3</b>
Instalaciones permanentes (planta potabilizadora, casa de válvulas, minicentral)	Incendio	Daño parcial o total de la estructura	<b>RI-OP-C4</b>
	Explosión	Daño parcial o total de la estructura	<b>RI-OP-D4</b>
Área de mantenimientos y lavado	Incendio	Daño parcial o total de la estructura	<b>RI-OP-C5</b>
	Explosión	Daño parcial o total de la estructura	<b>RI-OP-D5</b>
Planta de agregados	Incendio	Daño parcial o total de la estructura	<b>RI-OP-C6</b>
	Explosión	Daño parcial o total de la estructura	<b>RI-OP-D6</b>
Banco de transformadores	Incendio	Pérdida de los transformadores	<b>RI-OP-C7</b>
	Explosión	Pérdida de los transformadores	<b>RI-OP-D7</b>
Planta Potabilizadora	Fuga de gas cloro	Contaminación del aire	<b>RI-OP-E8</b>

**Cuadro.13.1.5.** Descripción de los Riesgos Industriales identificados durante la Etapa de Cierre de las obras temporales de la Fase de Construcción.

<b>Componente vulnerable</b>	<b>Amenaza</b>	<b>Descripción del riesgo</b>	<b>Código de referencia del riesgo</b>
Suelo	Derrame de sustancias peligrosas durante el transporte	Contaminación del suelo	<b>RI-CI-A1</b>
	Derrame de sustancias peligrosas en zonas no impermeabilizadas	Contaminación del suelo	<b>RI-CI-B1</b>
Agua	Derrame de sustancias peligrosas durante el transporte	Contaminación del agua	<b>RI-CI-A2</b>
	Derrame de sustancias peligrosas en zonas no impermeabilizadas	Contaminación del agua	<b>RI-CI-B2</b>
Agua subterránea	Derrame de sustancias peligrosas durante el transporte	Contaminación del agua subterránea	<b>RI-CI-A3</b>
	Derrame de sustancias peligrosas en zonas no impermeabilizadas	Contaminación del agua subterránea	<b>RI-CI-B3</b>
Instalaciones permanentes (planta potabilizadora, casa de válvulas, minicentral)	Incendio	Daño parcial o total de la estructura	<b>RI-CI-C4</b>
	Explosión	Daño parcial o total de la estructura	<b>RI-CI-D4</b>
Área de mantenimientos y lavado	Incendio	Daño parcial o total de la estructura	<b>RI-CI-C5</b>
	Explosión	Daño parcial o total de la estructura	<b>RI-CI-D5</b>
Planta de agregados	Incendio	Daño parcial o total de la estructura	<b>RI-CI-C6</b>
	Explosión	Daño parcial o total de la estructura	<b>RI-CI-D6</b>
Banco de transformadores	Incendio	Pérdida de los transformadores	<b>RI-CI-C7</b>
	Explosión	Pérdida de los transformadores	<b>RI-CI-D7</b>
Planta Potabilizadora	Fuga de gas cloro	Contaminación del aire	<b>RI-CI-E8</b>

### **13.1.3. Riesgos derivados de Amenazas Tecnológicas**

En el Cuadro.13.1.3 y el Cuadro.13.1.5, se describen los riesgos derivables de las amenazas tecnológicas que podrían afectar las actividades y obras de la Fase de Construcción y de la Fase de Operación del PVAAM, respectivamente.

Se indican además los componentes vulnerables del proyecto, o del entorno, susceptibles de verse expuestos a los riesgos descritos.



**Cuadro.13.1.6.** Descripción de los Riesgos Tecnológicos identificados durante la Fase de Construcción.

<b>Componente vulnerable</b>	<b>Amenaza</b>	<b>Descripción del riesgo</b>	<b>Código de referencia del riesgo</b>
Personal de construcción	Manipulación errónea de equipos, herramientas y maquinaria	Accidentes y lesiones físicas	<b>RT-FC-A1</b>
	Derrumbe de paredes de trincheras	Accidentes y lesiones físicas	<b>RT-FC-B1</b>
	Colapso de túnel	Accidentes y lesiones físicas	<b>RT-FC-C1</b>
	Deslizamiento de escombreras	Accidentes y lesiones físicas	<b>RT-FC-D1</b>
	Colapso de estructuras	Accidentes y lesiones físicas	<b>RT-FC-E1</b>
Instalaciones e infraestructura	Manipulación errónea de equipos, herramientas y maquinaria	Daños parciales de estructuras y pérdidas de equipos	<b>RT-FC-A2</b>
	Derrumbe de paredes de trincheras	Daños parciales de estructuras y pérdidas de equipos	<b>RT-FC-B2</b>
	Colapso de túnel	Daños parciales de estructuras y pérdidas de equipos	<b>RT-FC-C2</b>
	Deslizamiento de escombreras	Daños parciales de estructuras y pérdidas de equipos	<b>RT-FC-D2</b>
	Colapso de estructuras	Daños parciales de estructuras y pérdidas de equipos	<b>RT-FC-E2</b>
Suelo y macizo rocoso	Manipulación errónea de equipos, herramientas y maquinaria	Deslizamiento de masas	<b>RT-FC-A3</b>
	Derrumbe de paredes de trincheras	Deslizamiento de masas	<b>RT-FC-B3</b>
	Colapso de túnel	Deslizamiento de masas	<b>RT-FC-C3</b>
	Deslizamiento de escombreras	Deslizamiento de masas	<b>RT-FC-D3</b>
	Colapso de estructuras	Deslizamiento de masas	<b>RT-FC-E3</b>

<b>Componente vulnerable</b>	<b>Amenaza</b>	<b>Descripción del riesgo</b>	<b>Código de referencia del riesgo</b>
Agua superficial	Manipulación errónea de equipos, herramientas y maquinaria	Contaminación del agua por aporte de sedimentos	<b>RT-FC-A4</b>
	Derrumbe de paredes de trincheras	Contaminación del agua por aporte de sedimentos	<b>RT-FC-B4</b>
	Deslizamiento de escombreras	Contaminación del agua por aporte de sedimentos	<b>RT-FC-D4</b>
Comunidad	Manipulación errónea de equipos, herramientas y maquinaria	Accidentes y lesiones físicas	<b>RT-FC- A5a</b>
		Malestar por ruido	<b>RT-FC- Ab</b>
	Derrumbe de paredes de trincheras	Accidentes y lesiones físicas	<b>RT-FC-B5</b>
	Deslizamiento de escombreras	Accidentes y lesiones físicas	<b>RT-FC-D5</b>
	Colapso de estructuras	Accidentes y lesiones físicas	<b>RT-FC-E5</b>

**Cuadro.13.1.7.** Descripción de los Riesgos Tecnológicos identificados durante la Fase de Operación.

<b>Componente vulnerable</b>	<b>Amenaza</b>	<b>Descripción del riesgo</b>	<b>Código de referencia del riesgo</b>
Instalaciones e infraestructura	Colapso de túnel	Daños parciales de estructuras y pérdidas de equipos	<b>RT-OP-C2</b>
	Deslizamiento de escombreras	Daños parciales de estructuras y pérdidas de equipos	<b>RT-OP-D2</b>
	Colapso de estructuras	Daños parciales de estructuras y pérdidas de equipos	<b>RT-OP-E2</b>
Suelo y macizo rocoso	Colapso de túnel	Deslizamiento de masas	<b>RT-OP-C3</b>
	Deslizamiento de escombreras	Deslizamiento de masas	<b>RT-OP-D3</b>
	Colapso de estructuras	Deslizamiento de masas	<b>RT-OP-E3</b>
Comunidad	Deslizamiento de escombreras	Accidentes y lesiones físicas	<b>RT-OP-D5</b>
	Colapso de estructuras	Accidentes y lesiones físicas	<b>RT-OP-E5</b>
Personal de operación	Manipulación errónea de equipos, herramientas y maquinaria	Accidentes y lesiones físicas	<b>RT-OP-A6</b>

## **13.2. Planes de Contingencia**

### **13.2.1. Planes de acción para la gestión de los distintos tipos de riesgos identificados**

Cada uno de los riesgos anteriormente descritos fue evaluado y en razón de ello se determinó el tipo al que correspondió, desde el punto de vista de su importancia, calificándolo como: Bajo, Moderado, Alto o Extremo. En razón de esta calificación se procedió a definir un plan de acción para cada una de las contingencias identificados cuyo valor de importancia fue determinado como: Extremo (prioridad 1), Alto (prioridad 2), Moderado (prioridad 3) y Bajo (prioridad 4).

En el caso de los Riesgos Industriales Bajos y Moderados, identificados tanto para la Fase de Construcción, como para la Fase de Operación del PVAAM, no se precisaron medidas a implementar, por considerar que los mismos pueden ser gestionados con las acciones ordinarias de prevención de accidentes y manejo de emergencias asociadas a las actividades constructivas del ente contratado para ejecutar el proyecto, así como a las actividades operativas del AyA susceptibles de ocasionarlos, prefiriendo enfocar los esfuerzos y recursos en los riesgos de tipo Alto y Extremo.

Del Cuadro.13.2.1, al Cuadro.13.2.5 se muestran los planes de acción a implementar para manejar cada una de las posibles situaciones de contingencia derivables de los riesgos naturales, industriales y tecnológicos identificados, respectivamente.

Como se puede apreciar en dichos cuadros, se definieron disparadores para cada riesgo, además de las respectivas medidas a implementar, su frecuencia, responsables y el costo operacional asociado a cada medida.

**Cuadro.13.2.1.** Plan de Acción a implementar para gestionar los Riesgos Naturales que podrían presentarse durante la Fase de Construcción del Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano del AyA.

Código de referencia del riesgo	Tipo de riesgo	Disparadores	Medidas a implementar	Tipo de medida		Frecuencia	Responsables		Recursos requeridos (costo estimado en \$)
				Preventiva	Correctiva		Ejecuta	Verifica	
RN-FC-A1	Bajo	Eventos sísmicos	1. Diseño antisísmico de las obras según especificaciones del código sísmico	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
			2. Diseñar e implementar un plan de evacuación sísmica	X		Previo y durante la construcción	Encargado de Salud Ocupacional	Encargado de la obra	Labores propias del puesto
RN-FC-E1	Alto	Lluvias intensas o prolongadas, reducción de la sección transversal de un río por acumulación de basura o sólidos (represamiento)	1. Consultar el pronóstico hidrometeorológico	X		Previo y durante la construcción	Meteorólogo e Hidrólogo	AyA	110/boletín (2 627 por 24 boletines en 1 año, incluye boletines de eventos especiales)
			2. Colocar rejillas en la toma de agua		X	Incorporar al diseño	Diseñador	AyA	Costo incluido en el diseño de la obra
RN-FC-F1	Alto	Lluvias intensas o prolongadas, saturación del suelo, deslizamientos, derrumbes	1. Alejarse de pendientes empinadas y áreas propensas a deslizamientos	X		Previo a la construcción	Diseñador, geólogo e inspector de proyecto	AyA	Costo incluido en MC-FQ-SM-02
			2. Encauzar escorrentía para evitar saturación del suelo	X		Incorporar al diseño	Diseñador	AyA	Costo incluido en MC-FQ-ASP-09
RN-FC-A2	Moderado	Eventos sísmicos	1. Diseño antisísmico de las obras según especificaciones del código sísmico	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
			2. Diseñar e implementar un plan de evacuación sísmica	X		Previo y durante la construcción	Encargado de Salud Ocupacional	Encargado de la obra	Labores propias del puesto
RN-FC-E2	Alto	Lluvias intensas o prolongadas	1. Consultar el pronóstico hidrometeorológico	X		Previo y durante la construcción	Meteorólogo e Hidrólogo	AyA	Costo incluido en RN-FC-E1
RN-FC-F2	Alto	Lluvias intensas o prolongadas, saturación del suelo, fallas, deslizamientos, derrumbes	1. Alejarse de pendientes empinadas y áreas propensas a deslizamientos	X		Previo a la construcción	Diseñador, geólogo e inspector de proyecto	AyA	Costo incluido en MC-FQ-SM-02
RN-FC-A3	Bajo	Eventos sísmicos	1. Diseño antisísmico de las obras según especificaciones del código sísmico	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
			2. Diseñar e implementar un plan de evacuación sísmica	X		Previo y durante la construcción	Encargado de Salud Ocupacional	Encargado de la obra	Labores propias del puesto
RN-FC-B3	Bajo	Eventos sísmicos	1. Diseño de las obras de forma que se eviten cruzar por trazas de falla	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
RN-FC-C3	Extremo	Lluvias intensas Eventos sísmicos	2. Diseñar e implementar un sistema de alerta temprana	X		Previo y durante la construcción	Diseñador, Hidrólogo y Geólogo	Encargado de la obra, Salud Ocupacional	\$3000
RN-FC-D3	Bajo	Eventos sísmicos	1. Diseño de las obras de forma que se eviten zonas propensas a licuefacción	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
RN-FC-E3	Alto	Lluvias intensas o prolongadas	1. Consultar el pronóstico hidrometeorológico	X		Previo y durante la construcción	Meteorólogo e Hidrólogo	AyA	Costo incluido en RN-FC-E1
RN-FC-F3	Alto	Lluvias intensas o prolongadas, saturación del suelo,	1. Alejarse de pendientes empinadas y áreas propensas a deslizamientos	X		Previo a la construcción	Diseñador, geólogo e inspector de proyecto	AyA	Costo incluido en MC-FQ-SM-02

Código de referencia del riesgo	Tipo de riesgo	Disparadores	Medidas a implementar	Tipo de medida		Frecuencia	Responsables		Recursos requeridos (costo estimado en \$)
				Preventiva	Correctiva		Ejecuta	Verifica	
		fallas, deslizamientos, derrumbes	2. Encauzar escorrentía para evitar saturación del suelo	X		Incorporar al diseño	Diseñador	AyA	Costo incluido en MC-FQ-ASP-09
RN-FC-A4	Moderado	Eventos sísmicos	1. Diseño antisísmico de las obras según especificaciones del código sísmico	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
			2. Diseñar e implementar un plan de evacuación sísmica	X		Previo y durante la construcción	Encargado de Salud Ocupacional	Encargado de la obra	Labores propias del puesto
RN-FC-E4	Alto	Lluvias intensas o prolongadas	1. Consultar el pronóstico hidrometeorológico	X		Previo y durante la construcción	Meteorólogo e Hidrólogo	AyA	Costo incluido en RN-FC-E1
RN-FC-F4	Alto	Lluvias intensas o prolongadas, saturación del suelo, fallas, deslizamientos, derrumbes	1. Alejarse de pendientes empinadas y áreas propensas a deslizamientos	X		Previo a la construcción	Diseñador, geólogo e inspector de proyecto	AyA	Costo incluido en MC-FQ-SM-02
RN-FC-G4	Extremo	Lluvias intensas y tormentas eléctricas	1. Consultar el pronóstico hidrometeorológico	X		Previo y durante la construcción	Meteorólogo e Hidrólogo	AyA	Costo incluido en RN-FC-E1
			2. Utilizar el sistema de alerta de descargas atmosféricas	X		Previo y durante la construcción	Meteorólogo	AyA	2500/año (incluye monitoreo en tiempo real, acceso a página web 24/7)
RN-FC-A5	Bajo	Eventos sísmicos	1. Diseño antisísmico de las obras según especificaciones del código sísmico	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
			2. Diseñar e implementar un plan de evacuación sísmica	X		Previo y durante la construcción	Encargado de Salud Ocupacional	Encargado de la obra	Labores propias del puesto
RN-FC-B5	Bajo	Eventos sísmicos	1. Diseño de las obras de forma que se eviten cruzar por trazas de falla	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
RN-FC-C5	Alto	Lluvias intensas Eventos sísmicos	2. Diseñar e implementar un sistema de alerta temprana	X		Previo y durante la construcción	Diseñador, Hidrólogo y Geólogo	Encargado de la obra, Salud Ocupacional	\$3000
RN-FC-D5	Bajo	Eventos sísmicos	1. Diseño de las obras de forma que se eviten zonas propensas a licuefacción	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
RN-FC-E5	Alto	Lluvias intensas o prolongadas	1. Consultar el pronóstico hidrometeorológico	X		Previo y durante la construcción	Meteorólogo e Hidrólogo	AyA	Costo incluido en RN-FC-E1
RN-FC-F5	Alto	Lluvias intensas o prolongadas, saturación del suelo, fallas, deslizamientos, derrumbes	1. Alejarse de pendientes empinadas y áreas propensas a deslizamientos	X		Previo a la construcción	Diseñador, geólogo e inspector de proyecto	AyA	Costo incluido en MC-FQ-SM-02
RN-FC-A6	Moderado	Eventos sísmicos	1. Diseño antisísmico de las obras según especificaciones del código sísmico	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
			2. Diseñar e implementar un plan de evacuación sísmica	X		Previo y durante la construcción	Encargado de Salud Ocupacional	Encargado de la obra	Labores propias del puesto
RN-FC-C6	Extremo	Lluvias intensas Eventos sísmicos	2. Diseñar e implementar un sistema de alerta temprana	X		Previo y durante la construcción	Diseñador, Hidrólogo y Geólogo	Encargado de la obra, Salud Ocupacional	\$3000
RN-FC-D6	Bajo	Eventos sísmicos	1. Diseño de las obras de forma que se eviten zonas propensas a licuefacción	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
RN-FC-E6	Alto	Lluvias intensas o prolongadas	1. Consultar el pronóstico hidrometeorológico	X		Previo y durante la construcción	Meteorólogo e Hidrólogo	AyA	Costo incluido en RN-FC-E1



Código de referencia del riesgo	Tipo de riesgo	Disparadores	Medidas a implementar	Tipo de medida		Frecuencia	Responsables		Recursos requeridos (costo estimado en \$)
				Preventiva	Correctiva		Ejecuta	Verifica	
RN-FC-F6	Alto	Lluvias intensas o prolongadas, saturación del suelo, fallas, deslizamientos, derrumbes	1. Alejarse de pendientes empinadas y áreas propensas a deslizamientos	X		Previo a la construcción	Diseñador, geólogo e inspector de proyecto	AyA	Costo incluido en MC-FQ-SM-02
			2. Encauzar escorrentía para evitar saturación del suelo	X		Incorporar al diseño	Diseñador	AyA	Costo incluido en MC-FQ-ASP-09
RN-FC-A7	Moderado	Eventos sísmicos	1. Diseño antisísmico de las obras según especificaciones del código sísmico	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
			2. Diseñar e implementar un plan de evacuación sísmica	X		Previo y durante la construcción	Encargado de Salud Ocupacional	Encargado de la obra	Labores propias del puesto
RN-FC-E7	Alto	Lluvias intensas o prolongadas	1. Consultar el pronóstico hidrometeorológico	X		Previo y durante la construcción	Meteorólogo e Hidrólogo	AyA	Costo incluido en RN-FC-E1
RN-FC-F7	Alto	Lluvias intensas o prolongadas, saturación del suelo, fallas, deslizamientos, derrumbes	1. Alejarse de pendientes empinadas y áreas propensas a deslizamientos	X		Previo a la construcción	Diseñador, geólogo e inspector de proyecto	AyA	Costo incluido en MC-FQ-SM-02
			2. Encauzar escorrentía para evitar saturación del suelo	X		Incorporar al diseño	Diseñador	AyA	Costo incluido en MC-FQ-ASP-09
RN-FC-G7	Extremo	Lluvias intensas y tormentas eléctricas	1. Consultar el pronóstico hidrometeorológico	X		Previo y durante la construcción	Meteorólogo e Hidrólogo	AyA	Costo incluido en RN-FC-E1
			2. Utilizar el sistema de alerta de descargas atmosféricas	X		Previo y durante la construcción	Meteorólogo	AyA	2500/año (incluye monitoreo en tiempo real, acceso a página web 24/7)
RN-FC-A8	Bajo	Eventos sísmicos	1. Diseño antisísmico de las obras según especificaciones del código sísmico	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
			2. Diseñar e implementar un plan de evacuación sísmica	X		Previo y durante la construcción	Encargado de Salud Ocupacional	Encargado de la obra	Labores propias del puesto
RN-FC-B8	Bajo	Eventos sísmicos	1. Diseño de las obras de forma que se eviten cruzar por trazas de falla	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
RN-FC-C8	Moderado	Lluvias intensas Eventos sísmicos	2. Diseñar e implementar un sistema de alerta temprana	X		Previo y durante la construcción	Diseñador, Hidrólogo y Geólogo	Encargado de la obra, Salud Ocupacional	\$3000
RN-FC-E8	Extremo	Lluvias intensas o prolongadas, reducción de la sección transversal de un río por acumulación de basura o sólidos (represamiento)	1. Consultar el pronóstico hidrometeorológico	X		Previo y durante la construcción	Meteorólogo e Hidrólogo	AyA	Costo incluido en RN-FC-E1
			2. Evacuar escorrentía mediante canales o caños		X	Incorporar al diseño	Diseñador	AyA	Costo incluido en MC-FQ-ASP-09
			3. Obras de protección en los cruces de ríos con la carretera, por ejemplo, diques		X	Incorporar al diseño	Diseñador	AyA	Costo incluido en MC-FQ-Gmf-02
RN-FC-F8	Extremo	Lluvias intensas o prolongadas, saturación del suelo, fallas, deslizamientos, derrumbes	1. Alejarse de pendientes empinadas y áreas propensas a deslizamientos	X		Previo a la construcción	Diseñador, geólogo e inspector de proyecto	AyA	Costo incluido en MC-FQ-SM-02
			2. Estabilizar los taludes		X	Incorporar al diseño	Diseñador	AyA	Costo incluido en MC-FQ-Gmf-02
RN-FC-A9	Bajo	Eventos sísmicos	1. Diseño antisísmico de las obras según especificaciones del código sísmico	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras

Código de referencia del riesgo	Tipo de riesgo	Disparadores	Medidas a implementar	Tipo de medida		Frecuencia	Responsables		Recursos requeridos (costo estimado en \$)
				Preventiva	Correctiva		Ejecuta	Verifica	
			2. Diseñar e implementar un plan de evacuación sísmica	X		Previo y durante la construcción	Encargado de Salud Ocupacional	Encargado de la obra	Labores propias del puesto
RN-FC-B9	Bajo	Eventos sísmicos	1. Diseño de las obras de forma que se eviten cruzar por trazas de falla	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
RN-FC-C9	Moderado	Lluvias intensas Eventos sísmicos	2. Diseñar e implementar un sistema de alerta temprana	X		Previo y durante la construcción	Diseñador, Hidrólogo y Geólogo	Encargado de la obra, Salud Ocupacional	\$3000
RN-FC-E9	Extremo	Lluvias intensas o prolongadas, velocidad de flujo alta, aumento significativo del nivel de agua	1. Consultar el pronóstico hidrometeorológico	X		Previo y durante la construcción	Meteorólogo e Hidrólogo	AyA	Costo incluido en RN-FC-E1
			2. Contratar un Sistema de Alerta Temprana (SAT) cuando los trabajos se realicen dentro o alrededor de los cauces	X		Previo y durante la construcción	Hidrólogo	AyA	\$200000 (incluye instalación y operación de un SAT básico en 6 sitios de cruce de ríos)
			3. Capacitar a los trabajadores en temas de trabajo en cauces	X		Previo y durante la construcción	Hidrólogo y Profesional en salud ocupacional	AyA	\$3000 (incluye 1 curso básico sobre primeros auxilios y 1 curso sobre rescate acuático en ríos)
RN-FC-F9	Extremo	Lluvias intensas o prolongadas, saturación del suelo, fallas, deslizamientos, derrumbes	1. Alejarse de pendientes empinadas y áreas propensas a deslizamientos	X		Previo a la construcción	Diseñador, geólogo e inspector de proyecto	AyA	Costo incluido en MC-FQ-SM-02
			2. Capacitar a los trabajadores en temas de trabajo en cauces	X		Previo y durante la construcción	Profesional en Salud ocupacional	AyA	\$3000 (incluye 1 curso básico sobre primeros auxilios y 1 curso sobre rescate acuático en ríos)
RN-FC-G9	Extremo	Lluvias intensas y tormentas eléctricas	1. Consultar el pronóstico hidrometeorológico	X		Previo y durante la construcción	Meteorólogo e Hidrólogo	AyA	Costo incluido en RN-FC-E1
			2. Utilizar el sistema de alerta de descargas atmosféricas	X		Previo y durante la construcción	Meteorólogo	AyA	2500/año (incluye monitoreo en tiempo real, acceso a página web 24/7)

**Cuadro.13.2.2.** Plan de Acción a implementar para gestionar los Riesgos Naturales que podrían presentarse durante la Fase de Operación del Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano del AyA.

Código de referencia del riesgo	Tipo de riesgo	Disparadores	Medidas a implementar	Tipo de medida		Frecuencia	Responsables		Recursos requeridos (costo estimado en \$)
				Preventiva	Correctiva		Ejecuta	Verifica	
RN-FO-A1	Bajo	Eventos sísmicos	1. Diseño antisísmico de las obras según especificaciones del código sísmico	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
			2. Diseñar e implementar un plan de evacuación sísmica	X		Previo y durante la operación	Encargado de Salud Ocupacional	Encargado de la obra	Labores propias del puesto
RN-FO-E1	Moderado	Lluvias intensas o prolongadas, reducción de la sección transversal de un río por acumulación de basura o sólidos (represamiento)	1. Consultar el pronóstico hidrometeorológico		X	Durante la operación	Meteorólogo e Hidrólogo	AyA	Costo incluido en RN-FC-E1
RN-FO-F1	Moderado	Lluvias intensas o prolongadas, saturación del suelo, fallas, deslizamientos, derrumbes	1. Diseñar e implementar un plan de limpieza de sedimento		X	Durante la operación	Hidrólogo	AyA	Costo incluido en MC-FQ-SM-03
			2. Contar con protección como diques o trampas de sedimento		X	Durante la operación	Hidrólogo	AyA	Costo incluido en MC-FQ-SM-03
RN-FO-A2	Bajo	Eventos sísmicos	1. Diseño antisísmico de las obras según especificaciones del código sísmico	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
			2. Diseñar e implementar un plan de evacuación sísmica	X		Previo y durante la operación	Encargado de Salud Ocupacional	Encargado de la obra	Labores propias del puesto
RN-FO-E2	Moderado	Lluvias intensas o prolongadas	1. Consultar el pronóstico hidrometeorológico		X	Durante la operación	Meteorólogo e Hidrólogo	AyA	Costo incluido en RN-FC-E1
RN-FO-A3	Moderado	Eventos sísmicos	1. Diseño antisísmico de las obras según especificaciones del código sísmico	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
			2. Diseñar e implementar un plan de evacuación sísmica	X		Previo y durante la operación	Encargado de Salud Ocupacional	Encargado de la obra	Labores propias del puesto
RN-FO-B3	Bajo	Eventos sísmicos	1. Elaborar un protocolo de mantenimiento en caso de ruptura de la tubería		X	Previo y durante operación	Diseñador	Encargado de la obra/ Propietario	Costo incluido en el diseño y en la operación de la obra
RN-FO-C3	Moderado	Lluvias intensas Eventos sísmicos	1. Diseñar e implementar un sistema de alerta temprana	X		Previo y durante la operación}	Diseñador, Hidrólogo y Geólogo	Encargado de la obra, Salud Ocupacional	Costo incluido en RN-FC-E1
RN-FO-E3	Alto	Lluvias intensas o prolongadas	1. Consultar el pronóstico hidrometeorológico		X	Durante la operación	Meteorólogo e Hidrólogo	AyA	Costo incluido en RN-FC-E1
			2. Diseñar obras de protección como diques en los sitios donde se determine necesario		X	Durante la operación	Hidrólogo, Hidráulico e Ing. estructural	AyA	Costo incluido en MC-FQ-SM-03
RN-FO-A4	Moderado	Eventos sísmicos	1. Diseño antisísmico de las obras según especificaciones del código sísmico	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
			2. Diseñar e implementar un plan de evacuación sísmica	X		Previo y durante la operación	Encargado de Salud Ocupacional	Encargado de la obra	Labores propias del puesto
RN-FO-E4	Moderado	Lluvias intensas o prolongadas	1. Consultar el pronóstico hidrometeorológico		X	Durante la operación	Meteorólogo e Hidrólogo	AyA	Costo incluido en RN-FC-E1

Código de referencia del riesgo	Tipo de riesgo	Disparadores	Medidas a implementar	Tipo de medida		Frecuencia	Responsables		Recursos requeridos (costo estimado en \$)
				Preventiva	Correctiva		Ejecuta	Verifica	
			2. Diseñar obras de protección como diques		X	Durante la operación	Hidrólogo, Hidráulico e Ing. estructural	AyA	Costo incluido en MC-FQ-SM-03
RN-FO-F4	Moderado	Lluvias intensas o prolongadas, saturación del suelo, fallas, deslizamientos, derrumbes	1. Diseñar e implementar un plan de limpieza de sedimento		X	Durante la operación	Hidrólogo	AyA	Costo incluido en MC-FQ-SM-03
RN-FO-G4	Extremo	Lluvias intensas y tormentas eléctricas	1. Consultar el pronóstico hidrometeorológico		X	Durante la operación	Meteorólogo e Hidrólogo	AyA	Costo incluido en RN-FC-E1
			2. Utilizar el sistema de alerta de descargas atmosféricas		X	Durante la operación	Meteorólogo	AyA	2500/año (incluye monitoreo en tiempo real, acceso a página web 24/7)
RN-FO-A5	Bajo	Eventos sísmicos	1. Diseño antisísmico de las obras según especificaciones del código sísmico	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
			2. Diseñar e implementar un plan de evacuación sísmica	X		Previo y durante la operación	Encargado de Salud Ocupacional	Encargado de la obra	Labores propias del puesto
RN-FO-B5	Bajo	Eventos sísmicos	1. Elaborar un protocolo de mantenimiento en caso de ruptura de la tubería		X	Previo y durante operación	Diseñador	Encargado de la obra/ Propietario	Costo incluido en el diseño y en la operación de la obra
RN-FO-C5	Alto	Lluvias intensas	1. Diseñar taludes para evitar erosión y movimientos de masa	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra, Salud Ocupacional	Costo incluido en el diseño y en la operación de la obra
		Eventos sísmicos							
RN-FO-E5	Alto	Lluvias intensas o prolongadas	1. Diseñar e implementar un plan de atención de rotura de tubería		X	Durante la operación	Diseñador	Encargado de la obra/ Propietario	Costo incluido en el diseño y en la operación de la obra
RN-FO-A6	Moderado	Eventos sísmicos	1. Diseño antisísmico de las obras según especificaciones del código sísmico	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
			2. Diseñar e implementar un plan de evacuación sísmica	X		Previo y durante la operación	Encargado de Salud Ocupacional	Encargado de la obra	Labores propias del puesto
RN-FO-C3	Alto	Lluvias intensas	1. Diseñar taludes para evitar erosión y movimientos de masa	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra, Salud Ocupacional	Costo incluido en el diseño y en la operación de la obra
		Eventos sísmicos							
RN-FO-E6	Alto	Lluvias intensas o prolongadas	1. Diseñar obras de protección como diques en los sitios donde se determine necesario		X	Durante la operación	Hidrólogo, Hidráulico e Ing. estructural	AyA	Costo incluido en MC-FQ-SM-03
			2. Construir obras de encauzamiento como canales, para control de escorrentía		X	Durante la operación	Hidrólogo, Hidráulico e Ing. estructural	AyA	Costo incluido en MC-FQ-ASP-09
RN-FO-F6	Alto	Lluvias intensas o prolongadas, saturación del suelo, fallas, deslizamientos, derrumbes	1. Diseñar e implementar un plan de limpieza de sedimento		X	Durante la operación	Hidrólogo	AyA	Costo incluido en MC-FQ-SM-03



Código de referencia del riesgo	Tipo de riesgo	Disparadores	Medidas a implementar	Tipo de medida		Frecuencia	Responsables		Recursos requeridos (costo estimado en \$)
				Preventiva	Correctiva		Ejecuta	Verifica	
RN-FO-A7	Moderado	Eventos sísmicos	1. Diseño antisísmico de las obras según especificaciones del código sísmico	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
			2. Diseñar e implementar un plan de evacuación sísmica	X		Previo y durante la Operación	Encargado de Salud Ocupacional	Encargado de la obra	Labores propias del puesto
RN-FO-E7	Alto	Lluvias intensas o prolongadas	1. Capacitar a los trabajadores en temas de trabajo en cauces		X	Durante la operación	Profesional en salud ocupacional	AyA	\$3000 (incluye 1 curso básico sobre primeros auxilios y 1 curso sobre rescate acuático en ríos)
			2. Construir obras de encauzamiento como canales, para control de escorrentía		X	Durante la operación	Constructor	AyA	Costo incluido en RN-FC-E1
RN-FO-F7	Alto	Lluvias intensas o prolongadas, saturación del suelo, fallas, deslizamientos, derrumbes	1. Diseñar e implementar un plan de evacuación		X	Durante la operación	Profesional en salud ocupacional	AyA	Labores propias del puesto
			2. Diseñar e implementar un plan de limpieza de sedimento		X	Durante la operación	hidrólogo	AyA	Costo incluido en MC-FQ-SM-03
RN-FO-G7	Extremo	Lluvias intensas y tormentas eléctricas	1. Consultar el pronóstico hidrometeorológico		X	Durante la operación	Meteorólogo e Hidrólogo	AyA	Costo incluido en RN-FC-E1
			2. Utilizar el sistema de alerta de descargas atmosféricas		X	Durante la operación	Meteorólogo	AyA	2500/año (incluye monitoreo en tiempo real, acceso a página web 24/7)
RN-FO-A8	Moderado	Eventos sísmicos	1. Diseño antisísmico de las obras según especificaciones del código sísmico	X			Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
			2. Diseñar e implementar un plan de evacuación sísmica	X		Previo y durante la operación	Encargado de Salud Ocupacional	Encargado de la obra	Labores propias del puesto
RN-FO-B8	Moderado	Eventos sísmicos	1. Elaborar un protocolo de mantenimiento en caso de ruptura de caminos		X	Previo y durante operación	Diseñador	Encargado de la obra/ Propietario	Costo incluido en el diseño y en la operación de la obra
RN-FO-C8	Alto	Lluvias intensas	1. Diseñar e implementar un sistema de alerta temprana	X		Previo y durante la Operación	Diseñador, Hidrólogo y Geólogo	Encargado de la obra, Salud Ocupacional	Costo Incluido en RN-FC-E1
		Eventos sísmicos	2. Diseñar taludes para evitar erosión y movimientos de masa	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
RN-FO-E8	Extremo	Lluvias intensas o prolongadas, reducción de la sección transversal de un río por acumulación de basura o sólidos (represamiento)	1. Limpieza periódica de las obras de encauzamiento de escorrentía		X	Durante la operación	Constructor	AyA	Costo incluido en MC-FQ-ASP-09
			2. Diseño e implementación de plan de mantenimiento de obras de drenaje		X	Durante la operación	Diseño y Construcción	AyA	Costo incluido en MC-FQ-ASP-09
RN-FO-F8	Extremo	Lluvias intensas o prolongadas, saturación del suelo, fallas, deslizamientos, derrumbes	1. Diseñar e implementar un plan de limpieza de sedimento		X	Durante la operación	Diseñador y Constructor	AyA	Costo incluido en MC-FQ-SM-03

Código de referencia del riesgo	Tipo de riesgo	Disparadores	Medidas a implementar	Tipo de medida		Frecuencia	Responsables		Recursos requeridos (costo estimado en \$)
				Preventiva	Correctiva		Ejecuta	Verifica	
RN-FO-A9	Moderado	Eventos sísmicos	1. Diseño antisísmico de las obras según especificaciones del código sísmico	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras
			2. Diseñar e implementar un plan de evacuación sísmica	X		Previo y durante la operación	Encargado de Salud Ocupacional	Encargado de la obra	Labores propias del puesto
RN-FO-B9	Bajo	Eventos sísmicos	1. Elaborar un protocolo de mantenimiento en caso de ruptura de caminos		X	Previo y durante operación	Diseñador	Encargado de la obra/ Propietario	Costo incluido en el diseño y en la operación de la obra
RN-FO-C9	Alto	Lluvias intensas	1. Diseñar e implementar un sistema de alerta temprana	X		Previo y durante la Operación	Diseñador, Hidrólogo y Geólogo	Encargado de la obra, Salud Ocupacional	Costo incluido en RN-FC-C5
		Eventos sísmicos	2. Diseñar taludes para evitar erosión y movimientos de masa	X		Etapa de diseño	Diseñador	Encargado de la obra	Costo incluido en el diseño de las obras



**Cuadro.13.2.3.** Plan de Acción a implementar para gestionar los Riesgos Industriales que podrían presentarse durante la Fase de Construcción y la Fase de Operación del Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano del AyA.

Código de referencia del riesgo	Tipo de riesgo	Disparadores	Medidas a implementar	Tipo de medida		Frecuencia	Responsables		Recursos requeridos (costo estimado en \$)			
				Preventiva	Correctiva		Ejecuta	Verifica				
RI-FC-A1	Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fallo mecánico en camiones</li> <li>▪ Accidente de camión que transporta sustancias peligrosas</li> <li>▪ Sobrecarga de camión transportador.</li> <li>▪ Mal embalaje de sustancia peligrosas</li> <li>▪ Uso de camiones inadecuados para el transporte</li> <li>▪ Fallo en estañones o contenedores que transportan sustancias peligrosas.</li> <li>▪ Fugas en camión transportador de sustancias peligrosas.</li> </ul>	Establecer e implementar un procedimiento interno para cumplir con lo que se indica en el Reglamento 24715-MOPT-MEIC-S. para el transporte terrestre de productos peligrosos.	x		Se implementa por única vez, no obstante, se deben estar haciendo revisiones y evaluaciones. Estas se proponen al menos cada dos meses.	Designado de ambiente Designado de salud ocupacional Encargado de obra	Regente ambiental	Forma parte de las obligaciones de los colaboradores			
RI-FC-A2			Establecer regulaciones de la velocidad de los camiones que transportan sustancias peligrosas.	x		Se establece por única vez, no obstante se debe estar retroalimentando al personal al menos cada dos meses.						
RI-OP-A1			Revisiones periódicas de camiones y maquinaria que transportan sustancias peligrosas y selección idónea de chofer.	x		Se debe establecer frecuencia de revisiones en base al plan de mantenimiento de cada camión transportador de sustancias peligrosas.						
RI-OP-A2										Encargado de obra		
RI-CI-A1												
RI-CI-A2												
RI-FC-B1					Capacitación sobre la forma correcta de transportar sustancias peligrosas.	x				Al menos una vez al mes	Designado de ambiente Designado de salud ocupacional Encargado de obra	
RI-FC-B2					Capacitación sobre la forma de actuar en caso de ocurrencia de un derrame.		x					
RI-OP-B1					En caso de derrame se deberá seguir las indicaciones de acuerdo al Reglamento sobre valores guía en suelos para descontaminación de sitios afectados por emergencias ambientales y derrames 37757-S.		x			En caso de ocurrencia	Encargado de obra Personal de Brigada Designado de ambiente	\$100 000 ° **
RI-OP-B2					Compra de material absorbente y otras sustancias biorremediadoras para aplicar en caso de derrame( el detalle del uso se debe establecer en el Plan de contingencia).		x			Se debe realizar compra al menos una vez al año previendo el consumo anual.	Encargado de obra	\$3000/año **
RI-CI-B1			Establecer e implementar procedimiento que permita determinar la causa de los derrames ocurridos, de manera que se puedan prevenir los similares.	x		Se establece una única vez, sin embargo, el estudio para determinar la causa de un derrame se debe realizar cada vez que este ocurre.	Designado de ambiente y de salud ocupacional.	Forma parte de las obligaciones de los colaboradores				
RI-CI-B2												
RI-FC-A1	Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Carga de combustibles o ubicación de sustancias peligrosas en lugares no autorizados</li> <li>▪ Mala manipulación de sustancias peligrosas por parte del personal</li> <li>▪ Presencia de fugas en contenedores que contienen</li> </ul>	Capacitación al personal para la correcta manipulación de sustancias peligrosas y de esta manera evitar los derrames en zonas no impermeabilizadas.	x		Al menos una vez al mes	Designado de ambiente Designado de salud ocupacional	Regente ambiental	Forma parte de las obligaciones de los colaboradores			
RI-FC-A2			Establecer procedimiento y la respectiva capacitación en caso de ocurrencia de derrame.		x	Al menos una vez al mes	Designado de ambiente Designado de salud ocupacional					
RI-OP-A1												
RI-OP-A2												
RI-CI-A1												
RI-CI-A2												
RI-FC-B1			En caso de derrame se deberá seguir las indicaciones de acuerdo al Reglamento sobre valores guía en suelos para descontaminación de sitios afectados por		x	En caso de ocurrencia	Encargado de obra		Ya está contemplado en la fase de transporte de combustible.			
RI-FC-B2												

Código de referencia del riesgo	Tipo de riesgo	Disparadores	Medidas a implementar	Tipo de medida		Frecuencia	Responsables		Recursos requeridos (costo estimado en \$)	
				Preventiva	Correctiva		Ejecuta	Verifica		
RI-OP-B1		sustancias peligrosas, equipos o maquinaria	emergencias ambientales y derrames 37757-S.							
RI-OP-B2										
RI-CI-B1										Forma parte de las obligaciones de los colaboradores
RI-CI-B2			Revisión periódica de contenedores, equipos o maquinaria de manera que de existir alguna fuga, este sea reparado antes de continuar con las funciones.	x		Diaria		Encargado de obra		Ya está contemplado en el cálculo anterior en el riesgo de transporte.
			Compra de material absorbente y otras sustancias biorremediadoras para aplicar en caso de derrame( el detalle del uso se debe establecer en el Plan de contingencia).			x	Se debe realizar compra al menos una vez al año previendo el consumo anual.			Forma parte de las obligaciones de los colaboradores
			Establecer e implementar procedimiento que permita determinar la causa de los derrames ocurridos, de manera que se puedan prevenir los similares.	x		Se establece una única vez, sin embargo, el estudio para determinar la causa de un derrame se debe realizar cada vez que este ocurre.	Designado de ambiente y de salud ocupacional.			
RI-FC-A3	Extremo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fallo mecánico en camiones</li> <li>Accidente de camión que transporta sustancias peligrosas</li> <li>Sobrecarga de camión transportador.</li> <li>Mal embalaje de sustancia peligrosas</li> <li>Uso de camiones inadecuados para el transporte</li> <li>Fallo en estañones o contenedores que transportan sustancias peligrosas.</li> <li>Fugas en camión transportador de sustancias peligrosas.</li> <li>Carga de combustibles o</li> </ul>	Establecer e implementar un procedimiento interno para cumplir con lo que se indica en el Reglamento 24715-MOPT-MEIC-S. para el transporte terrestre de productos peligrosos.	x		Se implementa por única vez, no obstante, se deben estar haciendo revisiones y evaluaciones. Estas se proponen al menos cada dos meses.	Designado de ambiente Designado de salud ocupacional Encargado de obra			
RI-FC-B3			Establecer regulaciones de la velocidad de los camiones que transportan sustancias peligrosas.	x		Se establece por única vez, no obstante se debe estar retroalimentando al personal al menos cada dos meses.				
RI-OP-A3			Revisiones periódicas de camiones y maquinaria que transportan sustancias peligrosas y selección idónea de chofer.	x		Se debe establecer frecuencia de revisiones en base al plan de mantenimiento de cada camión transportador de sustancias peligrosas.		Encargado de obra		Forma parte de las obligaciones de los colaboradores
RI-CI-A3			Capacitación sobre la forma correcta de transportar y manipular sustancias peligrosas.	x		Al menos una vez al mes		Designado de ambiente Designado de salud ocupacional Encargado de obra	Regente ambiental	
RI-FC-A3			Capacitación sobre la forma de actuar en caso de ocurrencia de un derrame.			x	En caso de ocurrencia	Encargado de obra Personal de Brigada		
RI-FC-B3			En caso de derrame se deberá seguir las indicaciones de acuerdo al Reglamento sobre valores guía en suelos para descontaminación de sitios afectados por emergencias ambientales y derrames 37757-S.			x	En caso de ocurrencia	Encargado de obra		Ya se incluyó dentro del cálculo en cuadro anterior
RI-OP-A3			Compra de material absorbente y otras sustancias biorremediadoras para aplicar en caso de derrame( el detalle del uso se debe establecer en el Plan de contingencia )			x	Se debe realizar compra al menos una vez al año previendo el consumo anual.	Designado de ambiente y de salud ocupacional.		Forma parte de las obligaciones de los colaboradores
RI-OP-B3										
RI-CI-A3										
RI-CI-B3										

Código de referencia del riesgo	Tipo de riesgo	Disparadores	Medidas a implementar	Tipo de medida		Frecuencia	Responsables		Recursos requeridos (costo estimado en \$)
				Preventiva	Correctiva		Ejecuta	Verifica	
		ubicación de sustancias peligrosas en lugares no autorizados	Establecer e implementar procedimiento que permita determinar la causa de los derrames ocurridos, de manera que se puedan prevenir los similares.		x	Se establece una única vez, sin embargo, el estudio para determinar la causa de un derrame se debe realizar cada vez que este ocurre.	Designado de ambiente y de salud ocupacional.		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mala manipulación de sustancias peligrosas por parte del personal</li> <li>▪ Presencia de fugas en contenedores que contienen sustancias peligrosas, equipos o maquinaria</li> <li>▪ Presencia de hidrocarburos en agua subterránea.</li> </ul>	Revisión periódica de contenedores, equipos o maquinaria de manera que de existir alguna fuga, este sea reparado antes de continuar con las funciones.	x		Se establece una única vez, sin embargo, el estudio para determinar la causa de un derrame se debe realizar cada vez que este ocurre.	Encargado de obra		
			Realización de estudio en la cual se determine la fuente de contaminación y se determinen las acciones a seguir.		x	Sólo si ocurre	Hidrogeólogo, encargado de obra designado del área ambiental.	Regente ambiental	Para el estudio se empleará personal del ICE, no obstante, las medidas a seguir dependerán del estudio que se realice. La remediación de agua subterránea aproximadamente es de \$200 ** el m <sup>3</sup> .
			Instalación de piezómetro para monitorear el agua subterránea. Este piezómetro se debe instalar una vez que se analice el flujo del agua subterránea y la ubicación del área de mantenimiento.	x		Por única vez. Debe instalarse al menos un mes antes del inicio de la fase constructiva de la obra. Posteriormente se deben realizar muestreos trimestrales del agua subterránea. Por las sustancias que se van a tener en sitio se recomienda realizar hidrocarburos totales y grasas y aceites.	Encargado de obra	Regente ambiental	Instalación del piezómetro \$13 000** Monitoreo del agua subterránea al menos cada tres meses. \$1500/año**

**Cuadro.13.2.4.** Plan de Acción a implementar para gestionar los Riesgos Tecnológicos que podrían presentarse durante la Fase de Construcción del Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano del AyA.

Código de referencia del riesgo	Tipo de riesgo	Disparadores	Medidas a implementar	Tipo de medida		Frecuencia	Responsables		Recursos requeridos (costo estimado en \$)
				Preventiva	Correctiva		Ejecuta	Verifica	
RT-FC-A1	Extremo	Fallas eléctricas Equipos, herramientas y maquinaria en mal estado Trabajadores mal calificados Labores ejecutadas en condiciones no aceptables (alcoholismo, drogas, problemas psicológicos). Uso inadecuado del espacio de trabajo	1.Mantenimiento preventivo a equipos, herramienta y maquinaria	X		Semanal	Encargado de obra	Jefatura inmediata-Salud Ocupacional	Labores propias del puesto
			2.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			3. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
RT-FC-B1	Extremo	No acatamiento de medidas de estabilización y protección. Implementación errónea de medidas de estabilización y protección. Mala ejecución de las labores propias de excavación. Uso inadecuado del espacio de trabajo.	1.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			2. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
			3. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			4. Seguimiento al proceso constructivo (consideraciones de diseño)	X		Semanal	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto
			5. Control de calidad	X		Bisemanal	Departamento control de calidad	Jefatura inmediata - Ingeniería	Labores propias del puesto
RT-FC-C1	Extremo	No acatamiento de las indicaciones sobre sistemas de soporte temporal. Implementación errónea de sistemas de soporte temporal. Mala ejecución de las labores propias de excavación y soporte. Uso inadecuado del espacio de trabajo.	1.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			2. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
			3. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			4. Seguimiento al proceso constructivo (consideraciones de diseño)	X		Diario	Ingenieros consultores (diseñadores)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Costo incluido en la medida MA-FQ-SM-01
			5. Control de calidad	X		Semanal	Departamento control de calidad	Jefatura inmediata - Ingeniería	Labores propias del puesto
RT-FC-D1	Extremo	No acatamiento de las indicaciones y especificaciones sobre las consideraciones del diseño Implementación errónea de alguna indicación y especificación del diseño Mala ejecución de las labores propias de conformación de la escombrera Uso inadecuado del espacio de trabajo	1.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			2. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
			3. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			4. Seguimiento al proceso constructivo (consideraciones de diseño)	X		Semanal	Ingenieros consultores (diseñadores)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto
			5. Control de calidad	X		Semanal	Departamento control de calidad	Jefatura inmediata - Ingeniería	Labores propias del puesto
RT-FC-E1	Alto		1.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto



Código de referencia del riesgo	Tipo de riesgo	Disparadores	Medidas a implementar	Tipo de medida		Frecuencia	Responsables		Recursos requeridos (costo estimado en \$)
				Preventiva	Correctiva		Ejecuta	Verifica	
		No acatamiento de las indicaciones y especificaciones sobre las consideraciones del diseño. Implementación errónea de alguna indicación y especificación del diseño. Mala ejecución de las labores propias de construcción. Uso inadecuado del espacio de trabajo.	2. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
			3. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			4. Seguimiento al proceso constructivo (consideraciones de diseño)	X		Semanal	Ingenieros consultores (diseñadores)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto
			5. Control de calidad	X		Semanal	Departamento control de calidad	Jefatura inmediata - Ingeniería	Labores propias del puesto
RT-FC-A2	Moderado	Fallas eléctricas Equipos, herramientas y maquinaria en mal estado. Trabajadores mal calificados. Labores ejecutadas en condiciones no aceptables (alcoholismo, drogas, problemas psicológicos). Uso inadecuado del espacio de trabajo. Vibraciones Daños sobre infraestructura aledaña	1. Mantenimiento preventivo a equipos, herramienta y maquinaria	X		Semanal	Encargado de obra	Jefatura inmediata-Salud Ocupacional	Labores propias del puesto
			2. Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			3. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
			4. Seguimiento al proceso constructivo (consideraciones de diseño)	X		Semanal	Ingenieros consultores (diseñadores)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto
			5. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
RT-FC-B2	Moderado	No acatamiento de medidas de estabilización y protección. Implementación errónea de medidas de estabilización y protección. Mala ejecución de las labores propias de excavación. Uso inadecuado del espacio de trabajo.	1. Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			2. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
			3. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			4. Seguimiento al proceso constructivo (consideraciones de diseño)	X		Semanal	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto
			5. Control de calidad	X		Bisemanal	Departamento control de calidad	Jefatura inmediata - Ingeniería	Labores propias del puesto
RT-FC-C2	Moderado	No acatamiento de las indicaciones sobre sistemas de soporte temporal Implementación errónea de sistema de soporte temporal Mala ejecución de las labores propias de excavación y soporte. Uso inadecuado del espacio de trabajo	1. Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			2. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
			3. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			4. Seguimiento al proceso constructivo (consideraciones de diseño)	X		Diario	Ingenieros consultores (diseñadores)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Costo incluido en la medida MA-FQ-SM-01
			5. Control de calidad	X		Semanal	Departamento control de calidad	Jefatura inmediata - Ingeniería	Labores propias del puesto
RT-FC-D2	Moderado		1. Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto

Código de referencia del riesgo	Tipo de riesgo	Disparadores	Medidas a implementar	Tipo de medida		Frecuencia	Responsables		Recursos requeridos (costo estimado en \$)
				Preventiva	Correctiva		Ejecuta	Verifica	
		No acatamiento de las indicaciones y especificaciones sobre las consideraciones del diseño Implementación errónea de alguna indicación y especificación del diseño Mala ejecución de las labores propias de conformación de la escombrera Uso inadecuado del espacio de trabajo	2. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
			3. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			4. Seguimiento al proceso constructivo (consideraciones de diseño)	X		Semanal	Ingenieros consultores (diseñadores)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto
			5. Control de calidad	X		Semanal	Departamento control de calidad	Jefatura inmediata - Ingeniería	Labores propias del puesto
			1.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
RT-FC-E2	Moderado	No acatamiento de las indicaciones y especificaciones sobre las consideraciones del diseño Implementación errónea de alguna indicación y especificación del diseño Mala ejecución de las labores propias de construcción Uso inadecuado del espacio de trabajo	1.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			2. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
			3. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			4. Seguimiento al proceso constructivo (consideraciones de diseño)	X		Semanal	Ingenieros consultores (diseñadores)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto
			5. Control de calidad	X		Semanal	Departamento control de calidad	Jefatura inmediata - Ingeniería	Labores propias del puesto
RT-FC-A3	Moderado	Fallas eléctricas Equipos, herramientas y maquinaria en mal estado Trabajadores mal calificados Labores ejecutadas en condiciones no aceptables (alcoholismo, drogas, problemas psicológicos). Uso inadecuado del espacio de trabajo	1.Mantenimiento preventivo a equipos, herramienta y maquinaria	X		Semanal	Encargado de obra	Jefatura inmediata-Salud Ocupacional	Labores propias del puesto
			2.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			3. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
RT-FC-B3	Moderado	No acatamiento de medidas de estabilización y protección Implementación errónea de medidas de estabilización y protección. Mala ejecución de las labores propias de excavación. Uso inadecuado del espacio de trabajo	1.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			2. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
			3. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			4. Seguimiento al proceso constructivo (consideraciones de diseño)	X		Semanal	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto
			5. Control de calidad	X		Bisemanal	Departamento control de calidad	Jefatura inmediata - Ingeniería	Labores propias del puesto
RT-FC-C3	Moderado	No acatamiento de las indicaciones sobre sistemas de soporte temporal Implementación errónea de sistema de soporte temporal Mala ejecución de las labores propias de excavación y soporte.	1.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			2. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
			3. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto



Código de referencia del riesgo	Tipo de riesgo	Disparadores	Medidas a implementar	Tipo de medida		Frecuencia	Responsables		Recursos requeridos (costo estimado en \$)
				Preventiva	Correctiva		Ejecuta	Verifica	
		Uso inadecuado del espacio de trabajo	4. Seguimiento al proceso constructivo (consideraciones de diseño)	X		Diario	Ingenieros consultores (diseñadores)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Costo incluido en la medida MA-FQ-SM-01
			5. Control de calidad	X		Semanal	Departamento control de calidad	Jefatura inmediata - Ingeniería	Labores propias del puesto
RT-FC-D3	Moderado	No acatamiento de las indicaciones y especificaciones sobre las consideraciones del diseño Implementación errónea de alguna indicación y especificación del diseño Mala ejecución de las labores propias de conformación de la escombrera Uso inadecuado del espacio de trabajo	1.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			2. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
			3. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			4. Seguimiento al proceso constructivo (consideraciones de diseño)	X		Semanal	Ingenieros consultores (diseñadores)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto
			5. Control de calidad	X		Semanal	Departamento control de calidad	Jefatura inmediata - Ingeniería	Labores propias del puesto
RT-FC-E3	Moderado	No acatamiento de las indicaciones y especificaciones sobre las consideraciones del diseño Implementación errónea de alguna indicación y especificación del diseño Mala ejecución de las labores propias de construcción Uso inadecuado del espacio de trabajo	1.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			2. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
			3. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			4. Seguimiento al proceso constructivo (consideraciones de diseño)	X		Semanal	Ingenieros consultores (diseñadores)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto
			5. Control de calidad	X		Semanal	Departamento control de calidad	Jefatura inmediata - Ingeniería	Labores propias del puesto
RT-FC-A4	Alto	Equipos, herramientas y maquinaria en mal estado Trabajadores mal calificados Labores ejecutadas en condiciones no aceptables (alcoholismo, drogas, problemas psicológicos). Uso inadecuado del espacio de trabajo	1.Mantenimiento preventivo a equipos, herramienta y maquinaria	X		Semanal	Encargado de obra	Jefatura inmediata-Salud Ocupacional	Labores propias del puesto
			2.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			3. Zonas de protección y manejo de aguas	X		Durante el desarrollo de la fase constructiva	Encargado de obra	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto y el proceso constructivo
			4. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
RT-FC-B4	Alto	Mala ejecución de las labores propias de excavación. Uso inadecuado del espacio de trabajo.	1.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			2. Zonas de protección y manejo de aguas	X		Durante el desarrollo de la fase constructiva	Encargado de obra	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto y el proceso constructivo
			3. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
RT-FC-D4	Alto	Mala ejecución de las labores propias para la conformación de la escombrera. Uso inadecuado del espacio de trabajo.	1.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			2. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final

Código de referencia del riesgo	Tipo de riesgo	Disparadores	Medidas a implementar	Tipo de medida		Frecuencia	Responsables		Recursos requeridos (costo estimado en \$)
				Preventiva	Correctiva		Ejecuta	Verifica	
			3. Zonas de protección y manejo de aguas	X		Durante el desarrollo de la fase constructiva	Encargado de obra	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto y el proceso constructivo
			4. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			5. Seguimiento al proceso constructivo (consideraciones de diseño)	X		Semanal	Ingenieros consultores (diseñadores)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto
			1.Mantenimiento preventivo a equipos, herramienta y maquinaria	X		Semanal	Encargado de obra	Jefatura inmediata-Salud Ocupacional	Labores propias del puesto
RT-FC-A5A	Extremo	Fallas eléctricas Equipos, herramientas y maquinaria en mal estado Trabajadores mal calificados Labores ejecutadas en condiciones no aceptables (alcoholismo, drogas, problemas psicológicos). Uso inadecuado del espacio de trabajo	2.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			3. Zonas de protección, delimitación del área de trabajo y restricción del paso	X		Durante el desarrollo de la fase constructiva	Encargado de obra	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto y el proceso constructivo
			4. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			1.Mantenimiento preventivo a equipos, herramienta y maquinaria	X		Semanal	Encargado de obra	Jefatura inmediata-Salud Ocupacional	Labores propias del puesto
RT-FC-A5B	Alto	Equipos, herramientas y maquinaria en mal estado Trabajadores mal calificados Labores ejecutadas en condiciones no aceptables (alcoholismo, drogas, problemas psicológicos). Uso inadecuado del espacio de trabajo. Quejas por parte de la comunidad	2.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			3. Zonas de protección, delimitación del área de trabajo y restricción del paso	X		Durante el desarrollo de la fase constructiva	Encargado de obra	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto y el proceso constructivo
			4. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			5. Confinamiento de estructuras		X	Según evaluación por profesionales expertos	Subcontratista	Director de proyecto	\$60 / m <sup>2</sup>
			1.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
RT-FC-B5	Extremo	No acatamiento de medidas de estabilización y protección Implementación errónea de medidas de estabilización y protección. Mala ejecución de las labores propias de excavación. Uso inadecuado del espacio de trabajo	2. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
			3. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			4. Seguimiento al proceso constructivo (consideraciones de diseño)	X		Semanal	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto
			5. Control de calidad	X		Bisemanal	Departamento control de calidad	Jefatura inmediata - Ingeniería	Labores propias del puesto
			6. Zonas de protección, delimitación del área de trabajo y restricción del paso	X		Durante el desarrollo de la fase constructiva	Encargado de obra	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto y el proceso constructivo
			1.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
RT-FC-D5	Alto	No acatamiento de las indicaciones y especificaciones sobre las consideraciones del diseño Implementación errónea de alguna indicación y especificación del diseño	2. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final

Código de referencia del riesgo	Tipo de riesgo	Disparadores	Medidas a implementar	Tipo de medida		Frecuencia	Responsables		Recursos requeridos (costo estimado en \$)
				Preventiva	Correctiva		Ejecuta	Verifica	
		Mala ejecución de las labores propias de conformación de la escombrera Uso inadecuado del espacio de trabajo	3. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			4. Seguimiento al proceso constructivo (consideraciones de diseño)	X		Semanal	Ingenieros consultores (diseñadores)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto
			5. Control de calidad	X		Semanal	Departamento control de calidad	Jefatura inmediata - Ingeniería	Labores propias del puesto
			6. Zonas de protección, delimitación del área de trabajo y restricción del paso	X		Durante el desarrollo de la fase constructiva	Encargado de obra	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto y el proceso constructivo
			1.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			2. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
RT-FC-E4	Alto	No acatamiento de las indicaciones y especificaciones sobre las consideraciones del diseño Implementación errónea de alguna indicación y especificación del diseño Mala ejecución de las labores propias de construcción Uso inadecuado del espacio de trabajo	3. Inspección proceso constructivo	X		Diario	Encargado de obra-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			4. Seguimiento al proceso constructivo (consideraciones de diseño)	X		Semanal	Ingenieros consultores (diseñadores)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto
			5. Control de calidad	X		Semanal	Departamento control de calidad	Jefatura inmediata - Ingeniería	Labores propias del puesto
			6. Zonas de protección, delimitación del área de trabajo y restricción del paso	X		Durante el desarrollo de la fase constructiva	Encargado de obra	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto y el proceso constructivo
			1.Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Salud Ocupacional	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			2. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final

**Cuadro.13.2.5.** Plan de Acción a implementar para gestionar los Riesgos Tecnológicos que podrían presentarse durante la Fase de Operación del Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano del AyA.

Código de referencia del riesgo	Tipo de riesgo	Disparadores	Medidas a implementar	Tipo de medida		Frecuencia	Responsables		Recursos requeridos (costo estimado en \$)
				Preventiva	Correctiva		Ejecuta	Verifica	
RT-OP-C2	Alto	Daños estructurales por falta de mantenimiento y/o degradación o desgaste de materiales	1. Inspecciones de verificación de la condición del revestimiento	X		En coordinación con paros programados por el desarrollador de la obra	Ingenieros consultores	Desarrollador y/o propietario	\$1000 por visita
			2. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
			3. Labores de mantenimiento	X		En función de la condición observada y en coordinación con paros programados por el desarrollador de la obra	Departamento de mantenimiento	Desarrollador y/o propietario	Labores propias del puesto
RT-OP-D2	Moderado	Daños estructurales a infraestructura aledaña	1. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
RT-OP-E2	Alto	Daños estructurales por falta de mantenimiento y/o degradación o desgaste de materiales	1. Inspecciones de verificación de la condición de las estructuras	X		En coordinación con el desarrollador de la obra	Ingenieros consultores	Desarrollador y/o propietario	\$700 por visita
			2. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
			3. Labores de mantenimiento	X		En función de la condición observada y en coordinación con paros programados por el desarrollador de la obra	Departamento de mantenimiento	Desarrollador y/o propietario	Labores propias del puesto
RT-OP-C3	Bajo	Daños estructurales por falta de mantenimiento y/o degradación o desgaste de materiales	1. Inspecciones de verificación de la condición del revestimiento	X		En coordinación con paros programados por el desarrollador de la obra	Ingenieros consultores	Desarrollador y/o propietario	\$1000 por visita
			2. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
			3. Labores de mantenimiento	X		En función de la condición observada y en coordinación con paros programados por el desarrollador de la obra	Departamento de mantenimiento	Desarrollador y/o propietario	Labores propias del puesto
RT-OP-D3	Moderado	Evidencia de deslizamiento de masas en superficie	1. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
RT-OP-E3	Bajo	Evidencia de deslizamiento de masas en superficie	1. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
RT-OP-D5	Alto	Ingreso no autorizado de personas. Reclamos o quejas sobre posibles daños	1. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
			2. Zonas de protección, delimitación del área de trabajo y restricción del paso	X		Durante el desarrollo de la fase constructiva	Encargado de obra	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto y el proceso constructivo

Código de referencia del riesgo	Tipo de riesgo	Disparadores	Medidas a implementar	Tipo de medida		Frecuencia	Responsables		Recursos requeridos (costo estimado en \$)
				Preventiva	Correctiva		Ejecuta	Verifica	
RT-OP-E5	Alto	Ingreso no autorizado de personas. Reclamos o quejas sobre posibles daños	1. Consideraciones en el diseño	X		Durante la fase de desarrollo de los diseños finales	Ingeniero consultor (diseñador)	Jefatura inmediata – Director de Proyecto	Labores propias del puesto. Oferta diseño final
			2. Zonas de protección, delimitación del área de trabajo y restricción del paso	X		Durante el desarrollo de la fase constructiva	Encargado de obra	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto y el proceso constructivo
RT-OP-A6	Alto	Fallas eléctricas Equipos, herramientas y maquinaria en mal estado Trabajadores mal calificados Labores ejecutadas en condiciones no aceptables (alcoholismo, drogas, problemas psicológicos). Uso inadecuado del espacio de trabajo	1. Mantenimiento preventivo a equipos, herramienta y maquinaria	X		A criterio de especialista y con base en recomendaciones del fabricante	Departamento de mantenimiento	Jefatura inmediata Desarrollador y/o propietario	Labores propias del puesto
			2. Capacitación al personal que realizara labores	X		Mensual	Encargado de planta-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto
			3. Inspección proceso operativo	X		Semanal	Encargado de planta-Salud Ocupacional.	Jefatura inmediata	Labores propias del puesto

#### 14. Análisis Financiero y Económico

Las inversiones en mejoras al suministro de agua y saneamiento son un buen negocio para las economías nacionales y las personas, especialmente las más pobres y vulnerables de la sociedad. Estas inversiones promueven el crecimiento económico y ayudan a aliviar la pobreza (Sanctuary and Tropp, 2005). Las mejoras en sistemas de suministro y saneamiento de agua son parte de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Se estima que, a nivel global, los beneficios económicos anuales de cumplir con los ODM en este tema, rondan en USD 84 mil millones (Sanctuary and Tropp, 2005).

El proyecto “Quinta Etapa de Abastecimiento del Acueducto Metropolitano” del AyA no es una excepción. Mediante un análisis costo beneficio financiero y económico, utilizando factores de conversión publicados por el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN), se determinó que para el AyA y para la sociedad en general el proyecto es rentable y deseable.

Los resultados se resumen en el Cuadro.14.1.1 y el Cuadro.14.1.2.

##### Cuadro.14.1.1. Indicadores de rentabilidad financiera del proyecto

Indicador	Resultado
VAN	US\$ 189.095.877
TIR	14%
VAN INGRESOS	US\$ 399.315.556
VAN EGRESOS	US\$ 53.510.450
VAN INVERSIONES	US\$ 176.499.019
B/C	1,74

Fuente: Carías, D. (2018). Elaboración propia para el EsIA del PVAAM.

##### Cuadro.14.1.2. Indicadores de rentabilidad social del proyecto

Indicador	Resultado
VAN	US\$ 546.578.111
TIR	24%
VAN INGRESOS	US\$ 703.723.070
VAN EGRESOS	US\$ 157.144.960
VAN INVERSIONES	US\$ 131.757.860
B/C	2.44

Fuente: Carías, D. (2018). Elaboración propia para el EsIA del PVAAM.

Socialmente, el proyecto genera beneficios directos e indirectos para la población meta, así como beneficios para otros sectores de la sociedad. Algunos de estos beneficios son difíciles de monetizar por lo que no se incluyen en el cálculo de los indicadores de rentabilidad del proyecto.

El agua potable de calidad y confiable en las casas mejora la salud por lo que se evitan gastos en tratamientos, idas al doctor, tiempo perdido en el trabajo y tiempo de cuidado de otros miembros



del hogar. Para el sector productivo, menos trabajadores enfermos significa más productividad y menos gastos médicos.

Vale la pena destacar los beneficios económicos positivos que estos proyectos tienen para las mujeres, género sobre el cual recae normalmente la responsabilidad de buscar agua para realizar tareas domésticas. Las mejoras en el suministro de agua también aumentan el valor de las propiedades e impulsan el desarrollo de las localidades.

Por otro lado, no se deben menospreciar los costos económicos y sociales, directos e indirectos, que pueden causar estos proyectos. Aunque también son difíciles de monetizar, se deben tomar en cuenta durante la toma de decisiones y etapas de maduración del proyecto.

Por ejemplo, el crecimiento poblacional, el desarrollo urbanístico y residencial sin control, el aumento en aguas servidas, así como impactos negativos temporales típicos de la construcción pueden ser costos considerables. Lo importante es que los mismos se pueden mitigar mediante una adecuada planificación del territorio y gestión ambiental del proyecto, así como inversiones paralelas en sistemas de recolección y tratamiento de aguas servidas.

Todas estas obras deben visualizarse como una inversión en la gente y el desarrollo económico en general y no como costos.

## 15. Calidad Ambiental

### 15.1. Pronóstico de la calidad ambiental del Área de Influencia Biofísica & Social (Directa e Indirecta).

El Proyecto potencialmente generaría un total de 174 impactos ambientales valorados como significativos, de los cuales 150 (86,2%) son de naturaleza negativa y 24 (13,8%) son de naturaleza positiva. El Cuadro.15.1.1 nos muestra que el 8.6% de los impactos poseen una naturaleza positiva y una significancia media, mientras que un 52,9% de los impactos corresponden a impactos de naturaleza negativa y significancia moderada.

Es importante resaltar que la mayoría de afectaciones a la calidad ambiental del AI se presentarán durante la fase de construcción, una vez iniciada la fase de operación y mantenimiento del Proyecto, las posibles afectaciones se reducen considerablemente.

Mediante la implementación del PGA se prevé una mitigación significativa de los impactos negativos que puedan presentarse en las comunidades inmediatas a los sitios de obras. Una vez superada la fase de construcción, la sociedad del Valle Central recibirá una mejora en la infraestructura para el suministro de agua potable, además la recuperación y protección de espacios naturales a través de las medidas de compensación propuestas.

**Cuadro.15.1.1.** Resumen del número de impactos y su representatividad porcentual según naturaleza y categorías de significancia.

	Categoría	Total de impactos	%
Positivos	Medio	15	8,6
	Alto	3	1,7
	Muy alto	6	3,4
Negativo	Moderado	92	52,9
	Severo	44	25,3
	Crítico	14	8,0

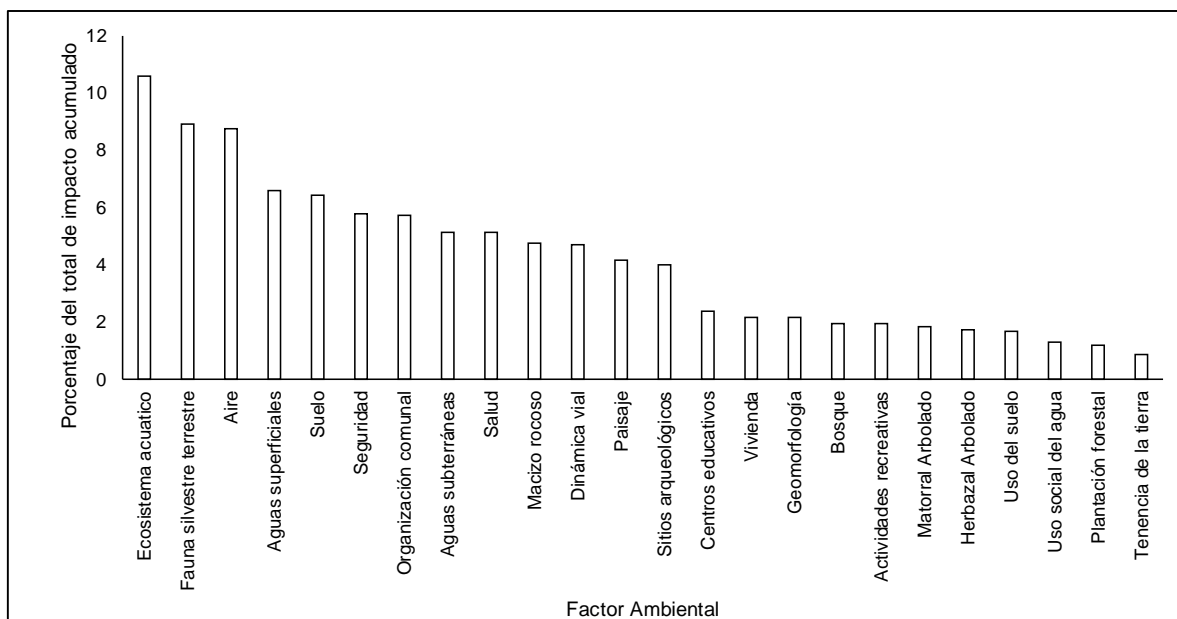
En el Cuadro.15.1.2 se muestra la significancia acumulada para cada uno de los factores ambientales potencialmente impactados por el proyecto, mientras que la Figura 15.1.1 resume aquellos factores ambientales con la mayor significancia acumulada en términos porcentuales del balance final negativo entre los impactos positivos y negativos.

Se observa que algunos factores ambientales poseen un balance acumulado positivo como es el caso de los servicios públicos, actividades económicas, infraestructura y empleo, mientras que el resto de factores ambientales presentan un balance total negativo de sus significancias.

Entre los factores ambientales con un balance negativo sobresalen los ecosistemas acuáticos, la fauna silvestre, el aire y las aguas superficiales y el suelo como los de mayor valor acumulado. Luego se observa un bloque de factores intermedios entre los que se encuentran la seguridad, la organización comunal, aguas subterráneas, macizo rocoso, dinámica vial, salud, paisaje y sitios arqueológicos. Por su parte, el resto de factores ambientales presentan los menores balances acumulados de sus significancias.

**Cuadro.15.1.2.** Síntesis de la significancia acumulada de los impactos potenciales significativos según factor ambiental.

Factor Ambiental	Sumatoria de significancias		Balance final
	Negativas	Positivas	
Aguas subterráneas	-324		-324
Aguas superficiales	-406		-406
Aire	-554		-554
Geomorfología	-125		-125
Macizo rocoso	-301		-301
Suelo	-417		-417
Bosque	-118		-118
Herbazal Arbolado	-111		-111
Matorral Arbolado	-108		-108
Plantación forestal	-76		-76
Fauna silvestre terrestre	-631	68	-563
Ecosistema acuático	-670		-670
Actividades económicas	-274	287	13
Actividades recreativas	-123		-123
Centros educativos	-136		-136
Dinámica vial	-297		-297
Empleo	-55	58	3
Infraestructura	-130	176	46
Población		25	25
Organización comunal	-388	27	-361
Salud	-496	173	-323
Seguridad	-366		-366
Servicios públicos	-131	281	150
Sitios arqueológicos	-252		-252
Tenencia de la tierra	-55		-55
Uso del suelo	-83		-83
Uso social del agua	-192	56	-136
Vivienda	-264		-264
Paisaje	-181	30	-151



**Figura 15.1.1.** Porcentaje del impacto acumulado total negativo entre los factores ambientales potencialmente impactados por el Proyecto.

## 15.2. Cambios previstos sobre los principales factores ambientales a ser impactados.

A continuación, se describe el posible cambio en la calidad ambiental de los principales factores ambientales impactados en el AI durante las diferentes etapas del Proyecto y en virtud de la aplicación de las medidas correctoras correspondientes que se han descrito de forma sintetizada en el apartado 11.3 del presente resumen ejecutivo del EsIA y cuya descripción en detalle se puede consultar en el apartado 11.4 del capítulo 11 (Tomo XIV) del informe técnico completo del EsIA del PVAAM.

Dicha descripción se realizará agrupando factores ambientales afines o aquellos que compartan las mismas medidas ambientales.

### 15.2.1. Suelo y macizo rocoso

Los impactos sobre los suelos y el macizo rocoso se concentran en la inestabilidad y deformación producto de la colocación de materiales, las excavaciones y la exposición a los procesos erosivos principalmente durante la fase de construcción del proyecto y en algunos podría trascender a la fase de operación por la colocación de estructuras permanentes. Estos impactos potenciales serán atendidos a través de la implementación de acciones para reducir la erosión de las superficies expuestas y un seguimiento y monitoreo constante que permita tomar medidas adicionales específicas en caso de presentarse alguna variación significativa de estos elementos.

### 15.2.2. Geomorfología y paisaje

El proceso constructivo del Proyecto demandará la realización de excavaciones, disposición de materiales en escombreras y la edificación de infraestructura temporal y permanente, todas estas actividades modificarán la geomorfología y el paisaje en sitios puntuales del AP. La

mayoría de estos impactos son temporales y se presentarían durante la fase de construcción, mientras que algunas edificaciones trascienden a la fase de operación y mantenimiento.

### **15.2.3. Recurso hídrico**

El área de proyecto está asociada a las cuencas de los ríos: Grande de Orosi, Navarro y Tiribí, la obra de infraestructura que potencialmente tendría un mayor impacto sobre los acuíferos locales sería el desarenador, específicamente sobre las captaciones de nacientes para la ASADA de Orosi aguas abajo del río Juco.

El análisis de cambio de uso del suelo, en relación al área de la subcuenca inmediata a la obra del Proyecto, oscila entre 0,03% y 11,07%, lo cual indica que las obras tendrían un bajo impacto en el fenómeno precipitación – escorrentía. Debido a lo anterior, se espera un bajo impacto global sobre las aguas superficiales. Sin embargo, se puede presentar un deterioro temporal en la calidad del agua producto del incremento en sedimentos y la contaminación por sustancias químicas durante la fase de construcción.

La integralidad de las posibles afectaciones sobre la calidad ambiental del recurso hídrico es analizada a través de los siguientes factores ambientales: agua subterránea, agua superficial, ecosistemas acuáticos y el uso social del agua, los cuales se describen a continuación.

#### **15.2.3.1. Agua subterránea**

La recarga y propiedades de los acuíferos dentro el área de influencia del AP podrían sufrir un deterioro en su calidad y cantidad durante el proceso constructivo del Proyecto. Las acciones del proyecto más impactantes sobre el agua subterránea son las excavaciones y la posible contaminación por lixiviados, residuos y derrames de hidrocarburos. En este sentido, se han propuesto medidas ambientales enfocadas en la prevención y mitigación de los posibles impactos.

#### **15.2.3.2. Agua superficial y ecosistemas acuáticos**

Durante la fase de construcción se podrían presentar los principales impactos sobre los ecosistemas acuáticos presentes en el AI del Proyecto, estos impactos se derivan principalmente durante los procesos de excavación y construcción de obras, representando en general un deterioro en la calidad del agua y su consecuente impacto sobre la flora y fauna acuática.

#### **15.2.3.3. Uso social del agua**

Durante la fase de construcción del Proyecto se podrían presentar situaciones de limitación de uso del agua por parte de algunos pobladores del AI, especialmente aquellos aledaños a fuentes de agua superficial. Estos posibles impactos se derivan principalmente de los procesos de excavación y obras en cauce.

### **15.2.4. Aire**

Durante la fase de construcción se generaría material particulado que podría ser dispersado por la acción del viento, principalmente aquellas acciones de proyecto que impliquen movimientos de terreno. Por su parte, la movilización e maquinaria, uso de explosivos y la construcción de la infraestructura podría generar contaminación sónica en las áreas inmediatas a las obras. Adicionalmente, la acumulación de residuos y el almacenamiento y uso de sustancias químicas

podrían generar gases que deterioren la calidad del aire. Las medidas ambientales propuestas para atender estos impactos potenciales se concentran en el monitoreo constante a través de mediciones de gases y ruido en los sitios de obras y zonas aledañas, esto permitirá, en caso de que se sobrepasen los valores permitidos, implementar medidas especiales para reducir el impacto.

#### **15.2.5. Ecosistemas terrestres (flora y fauna silvestres)**

El AP del Proyecto contiene 58,9 ha de cobertura vegetal que constituye el hábitat de diversas especies de flora y fauna silvestres. Entre estas sobresalen 22,3 ha de bosque, 8,8 ha de matorral arbolado, 15,4 ha de herbazal arbolado y 12,4 ha de plantaciones forestales. El proceso constructivo implicará la eliminación de estas coberturas implicando una reducción en los ecosistemas terrestres del AI.

Con respecto a la fauna silvestre presente en el AP, se prevé que el principal efecto sería la pérdida de bosques y el desplazamiento involuntario de la fauna silvestre hacia otras áreas del AI, así como la posible muerte de algunos individuos durante este proceso. En este sentido las medidas ambientales propuestas se enfocan principalmente en la prevención, mitigación y compensación de estos impactos.

#### **15.2.6. Tenencia de la tierra y actividades económicas de los pobladores del AI**

La dinámica comercial y económica en en la zona inmediata al AP presentaría impactos temporales positivos y negativos con la construcción del Proyecto, por ejemplo, el desarrollo de infraestructura vial y de distribución eléctrica son considerados como impactos positivos, mientras que la intervención de las vías durante el proceso de excavación, así como la generación de partículas en el aire son considerados como impactos negativos sobre las actividades económicas en el AI. Adicionalmente, la compra de propiedades para la construcción del Proyecto, la cual abarca 135 ha de fincas, podría representar una limitación parcial o total para el desarrollo de algunas actividades económicas.

#### **15.2.7. Uso del suelo**

El Proyecto ha procurado hacer una maximización del trazo de los sistemas de conducción y de distribución aprovechando el derecho de vía de caminos existentes (11,42 km) de manera que desde este punto de vista se puede decir que el nuevo uso propuesto es conforme con la planificación del uso del suelo existente en un 22,5% del área total del proyecto.

Existen no obstante tramos de obras de conducción y/o de distribución, así como obras puntuales (i.e. portales de entrada y salida a túneles, tanques, desarenador y planta potabilizadora) que han debido emplazarse sobre usos del suelo que hoy en día están destinados a pastos y charrales (43,39%), bosque (21,7%) y tacotales-cultivos (10,8%).

Tomando en consideración que en estos sitios el uso actual del suelo es distinto del uso propiamente urbano, cabría indicar que el uso pretendido mediante la implementación de las obras de ampliación del acueducto, podría generar:

1. Conflicto por sub-uso en los sectores donde las clases del uso del suelo deberían más bien estar destinados al desarrollo de cultivos estacionales y/o perennes, de modo que destinarlos al desarrollo de infraestructura de servicios como el propuesto, podría representar la subutilización de la capacidad de uso del suelo en dichos sectores.



2. Conflictos por sobre-uso especialmente en sectores donde la topografía presenta un porcentaje de pendiente superior al 30%, que demandará especial cuidado al diseñar y ejecutar actividades que demanden la eliminación de coberturas vegetales y excavaciones con corte y relleno, debiendo hacer apropiados diseños de taludes y del manejo de aguas de escorrentía superficial.

En el caso de las obras previstas a ser emplazadas sobre terrenos en los que el uso actual del suelo es “bosque”, cabe mencionar que el uso pretendido presupone un sobreuso con respecto a la capacidad de uso del suelo, no existiendo, sin embargo, forma de evitar este conflicto, debido a la ubicación requerida de los componentes de la obra que suscitan esta condición de uso no conforme.

En este último caso se han propuesto medidas ambientales a implementar al diseñar, ejecutar y operar las obras requeridas que no pueden emplazarse en una ubicación distinta, para efecto de evitar, mitigar y/o compensar los efectos adversos que pudieran suscitarse fundamentalmente sobre las coberturas, los suelos y los cursos de agua cercanos, al ser estos terrenos de vocación fundamentalmente forestal, que debieran destinarse prioritariamente a objetivos de conservación.

#### **15.2.8. Empleo, vivienda y organización comunal en el AI**

Durante el proceso constructivo se podría presentar un deterioro de la cotidianeidad de las comunidades en la zona inmediata al AP del Proyecto, lo cual generaría un malestar en lo pobladores que podría decantar en denuncias comunales. Estos impactos podrían afectar temporalmente el suministro de servicios públicos, el acceso a las viviendas y el tránsito por las vías que serían utilizadas por el Proyecto, así como los procesos de contratación de personal y pérdida de áreas de recreación.

#### **15.2.9. Determinantes ambientales de la salud de los pobladores del AI**

Es claro que el Proyecto busca mejorar la calidad y cantidad de agua para consumo humano en el AI, lo cual a su vez está estrechamente relacionado con una mejora en la salud de las personas. Sin embargo, durante el proceso constructivo se han identificado algunos impactos que podrían significar un deterioro en la salud, especialmente en aquellas comunidades inmediatas al AP como resultado de las excavaciones, movimientos de tierra y tránsito de maquinaria.

#### **15.2.10. Seguridad y dinámica e infraestructura vial**

Durante la fase de construcción se prevé que potencialmente pueda ocurrir un incremento en los accidentes de tránsito, lo anterior debido a la intervención de las vías de acceso por procesos de excavación y tránsito de maquinaria. Adicionalmente, se ha identificado el incremento de actividades delictivas por el uso de alguna infraestructura del Proyecto como ruta de acceso a algunas comunidades, así como el acopio de materiales que podría ser un atractivo para la substracción ilegal de los mismos.

#### **15.2.11. Infraestructura pública, actividades recreativas y centros educativos**

Durante la fase de construcción se podría dar la pérdida parcial o total de infraestructura pública, limitación para el desarrollo de actividades recreativas y una interrupción parcial de las actividades educativas en los centros de enseñanza próximos a los sitios de obras. Estos

impactos serían generados principalmente por los procesos de excavación y tránsito de maquinaria.

Cabe mencionar que una vez iniciada la fase de operación, los servicios públicos reflejarían una mejora positiva en el AI del Proyecto, especialmente por el suministro de agua potable que inicialmente abarcaría a 374 000 personas, así como por el incremento en la cobertura del servicio eléctrico y telecomunicaciones en algunas comunidades que actualmente cuentan con un servicio limitado.

#### **15.2.12. Sitios arqueológicos**

De acuerdo con el trabajo de investigación realizado, potencialmente en le AP se podrían encontrar al menos 31 sitios arqueológicos. Estos sitios podrían verse afectados por los procesos constructivos, especialmente los que involucren la limpieza del terreno, la excavación y la disposición del material en escombreras, así como por el acceso del personal contratado a estos sitios.

## **16. Monto Global de la Inversión**

### **16.1. Compra de terrenos**

Dentro de los costos directos del proyecto Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano, se considera la adquisición de terrenos en aquellas zonas donde se emplazarán obras. El costo de los terrenos se calculó con datos comparativos de mercado para venta por hectárea. Se considera también en este rubro la adquisición de servidumbres de paso de la tubería. El monto por compra de terrenos asciende a **US\$ 7,705,694**.

### **16.2. Construcción de instalaciones**

Corresponde a la construcción de todas las instalaciones requeridas para el proyecto Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano. Incluye las obras del desarenador, conducción subterránea, conducción superficial, planta potabilizadora, estaciones de válvulas y tanques de almacenamiento. El monto por construcción de instalaciones asciende a **US\$ 187,740,249**.

### **16.3. Caminos de acceso**

En esta categoría están aquellas vías que deben intervenir para poder tener acceso a los sitios de obra, en estos tramos se requiere ampliación de la rasante, excavación de taludes, pasos de alcantarilla y conformación de la carpeta de rodamiento. Se considera también el mantenimiento de aquellos caminos existentes que pueden verse afectados por la circulación de vehículos y maquinaria del proyecto. El monto por construcción y mantenimiento de Caminos de acceso asciende a **US\$ 10,134,029**.

### **16.4. Obras de electrificación, agua potable e industrial**

Se considera la construcción de líneas de alimentación eléctricas trifásicas para alimentar los principales sitios de obra. Se considera el tendido principal trifásico (primario), sin considerar la construcción de ningún sistema secundario. El rubro por las Obras de electrificación, agua potable e industrial asciende a **US\$ 1,293,849**.

### **16.5. Compra de Maquinaria & Equipo**

En lo referente a compra de Equipo y Maquinaria se considera el equipo requerido en el desarenador, planta potabilizadora, casas de válvulas y tanque de almacenamiento. El monto por compra de Maquinaria y Equipo asciende a **US\$97,482,270**.

### **16.6. Mano de Obra**

El monto estimado de erogaciones por Mano de Obra es el siguiente:

#### **16.6.1. Personal calificado**

El personal calificado corresponde a personal especializado en construcción de obra subterránea, el monto asciende a **US\$ 4,128,329**.

#### **16.6.2. Personal no calificado**

Por personal no calificado, el monto asciende a **US\$ 17,921,860**.

#### **16.7. Valor de rescate del proyecto**

El valor de rescate es de 0 a los 25 años.

#### **16.8. Vida útil del proyecto**

La vida útil del proyecto es de 50 años.

## 17. Referencias bibliográficas

- Acevedo, H., Bustamante, J., Chaves, R., Paniagua, L. (2002). Ecosistemas de la cuenca hidrográfica del Río Savegre. Instituto Nacional de Biodiversidad. Santo Domingo de Heredia. 352 p.
- Bergoeing, J.P. (2014). Geomorfología Regional de Costa Rica. San José: Gerüst Creaciones, S.L.
- BirdLife International. (2016a). *Psarocolius montezuma*. [en línea]. The IUCN Red List of Threatened Species 2017. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3RLTS>. [2018, 17 de enero].
- BirdLife International. (2016b). *Psilorhinus morio*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. [en línea]. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3RLTS>. [2018, 17 de enero].
- Candace (2007). Cartilla de conceptos básicos e indicadores demográficos. Centro Andino de Altos Estudios. Colombia: Candace.
- COBRI SURAC. (2008). Ficha Técnica Corredor Biológico Ribereño Interurbano Subcuenca Reventado – Agua Caliente. [en línea]. Cartago, Costa Rica. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/14874553/cobri-surac-sinac> [2018, 13 febrero].
- Decreto No 23214-MAG-MIRENEM. Metodología para la Determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras en Costa Rica. La Gaceta 107 [en línea]. Disponible en: <http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Legislacion/23214.pdf>. [2018, 28 febrero].
- Decreto No. 29393. Plan de Ordenamiento Ambiental. Alcance 34. En Gaceta No. 92. [en línea]. Asamblea Legislativa de Costa Rica. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/legislacion/2001/de-29393.pdf>. [2018, 12 febrero].
- Decreto No. 40043-MINAE. Alcance 19. En Gaceta. [en línea]. Regulación del Programa Nacional de Corredores Biológicos. Asamblea Legislativa de Costa Rica. Disponible en: [https://www.imprentanacional.go.cr/pub/2017/01/27/ALCA19\\_27\\_01\\_2017.pdf](https://www.imprentanacional.go.cr/pub/2017/01/27/ALCA19_27_01_2017.pdf). [2018, 28 febrero].
- Fallas Paniagua, M. (2013). Cartografía censal en costa rica: de lo análogo a lo digital. Revista Geográfica de América Central. N° 50, I Semestre 2013, pp. 113–140.
- FONAFIFO (2018). Pago de Servicios Ambientales. [en línea]. San José, Costa Rica. Disponible en: <http://www.fonafifo.go.cr/psa/>. [2018, 12 febrero].
- Holdrige, L. (1967). Life Zone Ecology. Edición revisada. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. 206 p.
- INAMU (2007). Política Nacional para la Igualdad y Equidad de Género 2007-2017 Instituto Nacional de las Mujeres -- 2.ed. -- San José: Recuperado de: [http://www.infoagro.go.cr/Documents/PIEG\\_2007-2017.pdf](http://www.infoagro.go.cr/Documents/PIEG_2007-2017.pdf).
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2011). X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2010. Recuperado en: <http://www.inec.go.cr/censos/censos-2011>.

- Instituto Nacional de Estadística y Censos (2016) Clasificación Geográfica con fines Estadísticos [recurso electrónico] / Instituto Nacional de Estadística, Censos -- San José, C. R.
- Isasi-Catalá, E. (2011). Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: Su uso y abuso en ecología de la conservación. [en línea]. N° 1. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/339/33917727005/>. [2018, 27 febrero].
- Kapelle, M. (1996). Los bosques de Roble (*Quercus*) de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica: biodiversidad, ecología, conservación y desarrollo. Instituto Nacional de Biodiversidad; Universidad de Amsterdam. Heredia, Costa Rica. 336 p.
- Ley Forestal 7575. (1966). En Gaceta No. 72. Asamblea Legislativa, Costa Rica. En Gaceta No. 72.
- MINAE. (2011). Plan General de Manejo de Zona Protectora Cerros de la Carpintera. [en línea]. San José, Costa Rica. Recuperado de: <https://vlex.co.cr/vid/plan-manejo-zona-protectora-carpintera-484990990>. [2018, 12 febrero].
- Molina, A. (2013). Proyecto Geotérmico Borinquén: Estudio de Impacto Ambiental. Expediente Administrativo D1-8715-2012 SETENA. EsIA Proyecto Geotérmico Borinquén. Tomo 1.
- Munné, A., Sola, C., Prat, N. (1998). QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. Tecnología del Agua. N° 175.
- Reglamento de Calidad del Aire para Contaminantes Criterio. Gaceta No.209, Imprenta Nacional, San José (2016).
- Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido. Gaceta No.20, Imprenta Nacional, San José (2016).
- Reglamento sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos. Gaceta No.57, Imprenta Nacional, San José (2002).
- Schelling T. (1960). La estrategia del conflicto, Harvard University Press.
- SINAC. (2008). Programa Nacional de Corredores Biológicos de Costa Rica. [en línea]. Guía Práctica para el Diseño, Oficialización y Consolidación de Corredores Biológicos en Costa Rica. San José, Costa Rica. Disponible en: [http://www.cedaf.org.do/Eventos/LandTrust/Guia\\_Corredores\\_Biologicos-CR.pdf](http://www.cedaf.org.do/Eventos/LandTrust/Guia_Corredores_Biologicos-CR.pdf). [2018, 12 febrero].
- SINAC. (2018a). Sistema Nacional de Áreas de Conservación. [en línea]. San José, Costa Rica. Disponible en: [www.sinac.go.cr](http://www.sinac.go.cr). [2018, 12 febrero].
- SINAC. (2018b). Áreas Protegidas y Parques Nacionales de Costa Rica. [en línea]. San José, Costa Rica. Disponible en: <https://areasyparques.com/areasprotegidas/sinac-terminos/>. [2018, 12 febrero].
- SINAC. (2018c). Corredores Biológicos. [en línea]. San José, Costa Rica. Disponible en: <http://www.sinac.go.cr/ES/correbiolo/Paginas/default.aspx>. [2018, 12 febrero].



## 18. Anexos

**Anexo 18.1.** Normativa ambiental de naturaleza jurídica aplicable al desarrollo del Proyecto Ampliación Acueducto Metropolitano.

<b>ID</b>	<b>Nombre de la norma</b>	<b>Número de Referencia</b>
1	Constitución Política.	Sin número
2	Ley del Convenio sobre la Diversidad Biológica.	7416
3	Ley Orgánica del Ambiente.	7554
4	Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).	31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC (y sus reformas)
5	Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA) – Parte I.	32079-MINAE
6	Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA) – Parte II.	32712-MINAE (y sus reformas)
7	Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA) – Parte IV.	32966-MINAE (y sus reformas)
8	Formato Informes Regenciales, Proceso Auditoría y Seguimiento Ambiental.	Resolución 1254-2003 (SETENA)
9	Procedimientos de Auditoría y Seguimiento Ambiental.	Resolución 1287-2008 (SETENA)
10	Aviso de presentación de Estudio de Impacto Ambiental.	Acuerdo de la Comisión Plenaria ACP-087-2008 (SETENA)
11	Georreferenciación de Proyectos.	Resolución 2654-2008 (SETENA)
12	Vigencia de la Viabilidad Ambiental.	Resolución 147-2009 (SETENA)
13	Datos en portadas de Bitácoras Ambientales.	Oficio AJ-507-2009 (SETENA)
14	Rotulación de Proyectos con Viabilidad Ambiental.	Resolución 1235-2009 (SETENA)
15	Formato de las coordenadas de georreferenciación del AP.	Acuerdo de la Comisión Plenaria ACP-280-2010 (SETENA)
16	Procedimiento para presentación de Medidas Compensatorias solicitadas por la SETENA.	Acuerdo de la Comisión Plenaria ACP-042-2011 (SETENA)
17	Estructura de los Informes de Regencia Ambiental (IRA) y proceso de Análisis de los IRA.	Acuerdo de la Comisión Plenaria ACP-036-2011 (SETENA)
18	Uso obligatorio de la actualización y corrección de los Formularios de Evaluación de Impacto Ambiental: “D1” y “D2”.	Directriz SG-153-2014 (SETENA)
19	Presentación de los Instrumentos y Medios de Control y Seguimiento Ambiental (ICOS).	Acuerdo de la Comisión Plenaria ACP-015-2014 (SETENA)
20	Requisitos de Admisibilidad de las Evaluaciones de Impacto Ambiental.	Resolución 1428-2015 / Acuerdo de la Comisión Plenaria ACP-069-2015 (SETENA)

<b>ID</b>	<b>Nombre de la norma</b>	<b>Número de Referencia</b>
21	Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP).	7593
22	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (1974), Apéndices I, II y III	5605
23	Conservación de la Vida Silvestre (1998)	7317
24	Ley Forestal (1996).	7575
25	Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos (1998).	7779
26	Ley Biodiversidad (1998).	8689
27	Plan Nacional Forestal 2011-2020.	36945
28	Declara en veda total el aprovechamiento de árboles en peligro de extinción	25700-MINAE
29	Reglamento a la Ley Forestal.	25721-MINAE
30	Reglamento para el Manejo de Productos Peligrosos.	28930-S
31	Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos.	29375-MAG-MINAE-S-HACIENDA-MOPT
32	Reglamento para la Regulación del Sistema de Almacenamiento y Comercialización de Hidrocarburos.	30131-MINAE-S
33	Reglamento para el transporte de la madera por vías públicas y terrestres en el territorio nacional.	30494-MINAE-MOPT
34	Reglamento a la Ley de Conservación de la Vida Silvestre para Pesca y Refugios Nacionales de Vida Silvestre	32633-MINAE
35	Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales	33601
36	Resolución: Sistema Informático para el registro de los reportes operacionales de aguas residuales	0344
37	Reglamento para la evaluación y clasificación de cuerpos de agua.	33903-MINAE
38	Reforma Metodología Determinación Capacidad Uso Tierras Costa Rica.	33957-MINAE-MAG
39	Estándares de Sostenibilidad para Manejo de Bosque (principios 1 al 3) (2008)	34599-MINAE
40	Reglamento para la prevención de la Contaminación Visual.	35860-MINAET
41	Reforma al Reglamento para el Trámite de Revisión de los Planos para la Construcción.	38441-MP-S-MIVAH-MEIC-TUR
42	Reglamento sobre Valores Guía en Suelos para la Descontaminación de Sitios Afectados por Emergencias Ambientales y Derrames.	37757-S
43	Reglamento General para la Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos.	37788-S
44	Reglamento para el manejo de los Desechos Peligrosos Industriales	27001-MINAE
45	Reglamento de regencias forestales (1998)	38444-MINAE

<b>ID</b>	<b>Nombre de la norma</b>	<b>Número de Referencia</b>
46	Reglamento para el trámite de los permisos y control del aprovechamiento maderable, en terrenos de uso agropecuario, sin bosque y situaciones especiales en Costa Rica.	38863-MINAE
47	Reglamento para el Manejo y Disposición Final de Lodos y Biosólidos.	39316-S
48	Reforma al Reglamento a la Ley Forestal, DE 25721-MINAE del 17 octubre 1996	39871-MINAE
49	Estándares de sostenibilidad para manejo de bosques secundarios: principios, criterios e indicadores, Código de Prácticas y Manual de Procedimientos y derogatoria del Decreto N 27998-MINAE del 22 de junio de 1999	39952-MINAE
50	Ley de Aguas.	276
51	Canon por Concepto de Aprovechamiento de Aguas.	32868
52	Manual de Procedimientos para el Pago de Servicios Ambientales	Gaceta N°51 del 13/03/07 y Gaceta N° 46 del 06/03/09
53	Ley de Biodiversidad.	7788
54	Acuerdo de la Comisión Plenaria Guía ambiental para la Construcción	Resolución N°479-2014-SETENA
55	Norma para mitigar las molestias y riesgos a la salud de las personas por el polvo producido por la construcción de obras, tanto privadas como públicas.	39704-S
56	Reglamento para la Revisión Técnica Integral de Vehículos Automotores que Circulen por las Vías Públicas” del 6 de febrero del 2002	30184-MOPT
57	Ley de tránsito por vías públicas terrestres y seguridad vial	9078
58	Reglamento para el control del ruido emitido por el escape de vehículos automotores	38937-MOPT
59	Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido	39428-S
60	Reglamento sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos.	39951-S
61	Ley del Patrimonio Arqueológico Nacional.	6703
62	Ley Patrimonio Histórico Arquitectónico	7555
63	Conservación de bienes culturales por ejecución de obras públicas o privadas	4711
64	Convención defensa del patrimonio arqueológico artístico Naciones Unidas	6360
65	Ley de Expropiaciones.	7495
66	Ley General de la Salud.	5395
67	Ley de Construcciones.	833
68	Ley General de Caminos Públicos.	5060
69	Ley 9078 establece una Reforma Parcial de la Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres, Ley N.° 7331.	9078

<b>ID</b>	<b>Nombre de la norma</b>	<b>Número de Referencia</b>
70	Ley para el Establecimiento de un Código Antisísmico en Obras Civiles.	6119
71	Código Municipal.	7794
72	Reglamento para la Calidad del Agua Potable.	38924-S
73	Reglamento de Aprobación y Operación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.	39887-S-MINAE
74	Reglamento del Canon Ambiental por Vertidos.	34431-MINAE-S
75	Ley General de Salud	5395
76	Ley de la Jurisdicción Agraria	6734
77	Ley Orgánica del INVU	1788
78	Ley de Planificación Urbana.	4240
79	Ley de Catastro Nacional	6545
80	Manual Técnico para el Desarrollo de la Obra Pública.	02.0.001.1999
81	Código Urbano	Sin número
82	Código de Cimentaciones	Sin número
83	Ley del Colegio de Ingenieros Agrónomos	7221
84	Reglamento Técnico RTCR 227	25985-MEIC-TSS
85	Ley Constitutiva del Instituto de Acueductos y Alcantarillados.	2726
86	Código Penal.	4573.
87	Ley de Creación del SENARA	6877.
88	Reglamentos Sobre Vehículos de Carga	31363
89	Reglamento de Explotación de Servicios Especiales de Transporte	15203-MOPT
90	Reglamento de Transporte de Automotores de Carga Local.	15624
91	Código de Minería.	6797
92	Reglamento al Código de Minería.	29300-MINAE
93	Reglamento sobre características de Desechos Peligrosos Industriales	27000-MINAE
94	Reglamento sobre las Normas Internas de las Relaciones y Condiciones Laborales en los Centros de Trabajo.	4-MTSS
95	Reglamento sobre Higiene Industrial.	11492-S
96	Norma Oficial para Colores en Seguridad y su simbología	12715-MEIC
97	Reglamento General de los Riesgos del Trabajo.	13466-MTSS
98	Norma RTC 226:1997 extintores portátiles Contra Fuego	25986-MEIC
99	RTCR 292-1997: Seguridad, Incendios y Señalización.	26204-MEIC
100	Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo.	11429
101	Ley de Expropiaciones.	7495
102	Ley de Contratación Administrativa, N° 7494 y Reglamento General de Contratación Administrativa,	7494

<b>ID</b>	<b>Nombre de la norma</b>	<b>Número de Referencia</b>
103	Reglamento para la Exención del Pago de Tributos de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales para Contribuir a Mitigar la Contaminación del Recurso Hídrico y Mejorar la Calidad del Agua	40013 H-MAG-S
104	Modificación al Reglamento del Canon Ambiental por Vertidos.	35992-MINAET-S
106	Ley de Regulación de Uso Racional de la Energía N° 747 y Reglamento para la Regulación del Uso Racional de la Energía	25584-MP-MINAE-H.
107	Ley de Creación del ICE	449
108	Ley de las Obras Públicas y Transportes y sus Reformas	3155
109	Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.	39428-S
110	Reglamento para el Control de Ruidos y Vibraciones.	39200-S
111	Ley para la Gestión Integral de Residuos.	8839
112	Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos.	37567-S-MINAET-H
113	Reglamento sobre el Manejo de Residuos Sólidos Ordinarios.	36093-S
114	Reglamento técnico: RTCR 305:1998 Transporte terrestre de productos peligrosos. Señalización de las unidades de transporte terrestre de materiales y productos químicos peligrosos.	27008
115	Reglamento de Llantas de Desecho.	33745-S
116	Formato de reporte de seguimiento sobre el manejo de llantas que debe presentarse al Ministerio de Salud	Directriz 049
117	Criterios ambientales establecidos en la Ley para la Gestión Integral de Residuos para la compra de llantas por parte de la entidades que componen la Administración Pública	38933
118	Reglamento General para Autorizaciones y Permisos Sanitarios de Funcionamiento Otorgados por el Ministerio de Salud.	39472-S
119	Reglamento del Seguro de Salud.	Acuerdo Junta Directiva de la CCSS, artículo 19, sesión N° 7082 del 03.12.96
120	Convención sobre el Patrimonio Mundial Cultural y Natural.	5980
121	Convención sobre la Defensa y Conservación del Patrimonio Arqueológico, Histórico y Artístico de las Naciones Americanas.	6360
122	Recomendaciones sobre la conservación de los bienes culturales que la ejecución de obras públicas o privadas pueda poner en peligro.	4711
123	Ley del Patrimonio Arqueológico Nacional.	6703



<b>ID</b>	<b>Nombre de la norma</b>	<b>Número de Referencia</b>
124	Reglamento de la Comisión Arqueológica Nacional.	19016-C
125	Reglamento de dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías	38799-MOPT
126	Reglamento de Trámites para los Estudios Arqueológicos.	28174-MP-C-MINAE-MEIC
127	Reglamento general de seguridad en construcciones	40790-MTSS
128	Ley de armas y explosivos	7530
129	Reglamento a la Ley de Armas y Explosivos	37985-SP
130	Modifica Límites de la Zona Protectora Cerro de la Carpintera	29278
131	Ley de Promoción de la Igualdad Social de la Mujer	7142
132	Ministerio de Ambiente y Energía	MINAE 07-2018
133	Reglamento a la Ley del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica Ley N° 8228	37615

**Anexo 18.2.** Normativa ambiental de naturaleza técnica aplicable al desarrollo del Proyecto Ampliación Acueducto Metropolitano.

<b>ID</b>	<b>Nombre de la norma</b>	<b>Número de Referencia</b>
1	Norma para los gases comprimidos y fluidos criogénicos.	NFPA 55
2	Seguridad en soldadura y corte.	ANSI Z49.1
3	Procesos de corte y soldadura.	NFPA 51B
4	Prácticas seguras recomendadas para soldadura con arco y cubierta con gas inerte.	ANSI A6.1
5	Soldadura y corte.	OSHA, Subparte J - 29 CFR 1910.253
6	Código de materiales peligrosos.	NFPA 400
7	Almacenamiento de combustibles en contenedores.	NFPA 30
8	Materiales explosivos	NFPA 495

Anexo 18.3. Matriz de identificación de Impactos Ambientales Potenciales del Proyecto Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano.

Acciones o Actividades de proyecto Potencialmente impactantes →			Fases del Proyecto																					
			C	C-O	C	C	C-O	C-O	C	C	C	C	C-O	C-O	C-O	C	C-O	C-O	O	O	O	O	O	
↓ Factores ambientales Potencialmente impactables			ID	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
			Adquisición de propiedades y pago de servidumbres.	Reclutamiento de personal.	Establecimiento y manejo de escombreras.	Desmonte y limpieza.	Aprovechamiento de agua.	Habilitación de servicio eléctrico.	Excavación superficial.	Desvío de cursos de agua.	Excavación subterránea.	Elaboración de concretos.	Construcción y presencia de infraestructura.	Uso de equipo y maquinaria.	Presencia de personal.	Acopio temporal de materiales excavados y de construcción.	Generación de residuos.	Almacenamiento y uso de sustancias químicas.	Funcionamiento del desarenador.	Conducción, almacenamiento y distribución del agua.	Funcionamiento de válvulas.	Funcionamiento de la planta potabilizadora.	Generación de electricidad.	
F	Aguas subterráneas	1			C1	D1	E1		G1		I1	J1	K1	L1			O1	P1						
F	Aguas superficiales	2			C2	D2	E2		G2	H2	I2	J2	K2	L2			N2	O2	P2	Q2	R2	S2		
F	Aire	3			C3	D3			G3		I3	J3	K3	L3			N3	O3	P3					
F	Geomorfología	4			C4				G4	H4							N4							
F	Macizo rocoso	5			C5				G5	H5	I5	J5	K5	L5			O5	P5						
F	Suelo	6			C6	D6			G6	H6	I6	J6	K6	L6			N6	O6	P6					
B	Bosque	7				D7										M7								
B	Herbazal arbolado	8				D8										M8								
B	Matorral arbolado	9				D9										M9								
B	Plantación forestal	10				D10										M10								
B	Fauna silvestre terrestre	11			C11	D11	E11	F11	G11		I11	J11	K11	L11	M11	N11	O11	P11		R11			U11	
B	Ecosistema acuático	12			C12	D12	E12		G12	H12	I12	J12	K12	L12	M12	N12	O12	P12	Q12		S12			
SE	Actividad económica	13	A13		C13	D13	E13	F13	G13				K13	L13	M13	N13				R13		T13	U13	
SE	Actividades recreativas	14	A14			D14			G14	H14			K14						Q14					
SE	Centros educativos	15							G15				K15	L15										
SE	Dinámica vial	16							G16				K16	L16			N16				R16			
SE	Empleo	17	A17	B17												M17								
SE	Infraestructura	18						F18	G18				K18	L18							R18			
SE	Población	19		B19																				
SE	Organización comunal	20		B20		D20		F20	G20		I20		K20	L20			N20				R20			
SE	Salud	21		B21	C21	D21			G21		I21	J21	K21	L21	M21	N21	O21	P21		R21		T21		
SE	Seguridad	22							G22		I22		K22	L22	M22	N22	O22	P22						
SE	Servicios públicos	23					E23	F23	G23		I23		K23		M23						R23			U23
SE	Sitios arqueológicos	24			C24	D24			G24						M24									
SE	Tenencia de la tierra	25	A25																					
SE	Uso del suelo	26			C26								K26											
SE	Uso social del agua	27			C27				G27		I27	J27						P27		R27				
SE	Vivienda	28						F28	G28		I28		K28											
SE	Paisaje	29			C29	D29		F29	G29	H29			K29				N29	O29		Q29				

**Anexo 18.4.** Resumen de la valoración de la Importancia de los Impactos Ambientales Potenciales del Proyecto Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano.

Acciones o Actividades de proyecto Potencialmente impactantes →			Fases del Proyecto																				
			C	C-O	C	C	C-O	C-O	C	C	C	C	C-O	C-O	C-O	C	C-O	C-O	O	O	O	O	O
↓ Factores ambientales Potencialmente impactables			Adquisición de propiedades y pago de servidumbres.	Reclutamiento de personal.	Establecimiento y manejo de escombreras.	Desmonte y limpieza.	Aprovechamiento de agua.	Habilitación de servicio eléctrico.	Excavación superficial.	Desvío de cursos de agua.	Excavación subterránea.	Elaboración de concretos.	Construcción y presencia de infraestructura.	Uso de equipo y maquinaria.	Presencia de personal.	Acopio temporal de materiales excavados y de construcción.	Generación de residuos.	Almacenamiento y uso de sustancias químicas.	Funcionamiento del desarenador.	Conducción, almacenamiento y distribución del agua.	Funcionamiento de válvulas.	Funcionamiento de la planta potabilizadora.	Generación de electricidad.
			ID	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
FQ	Aguas subterráneas	1			-27	-28	-23		-31		-58	-45	-24	-45			-45	-45					
FQ	Aguas superficiales	2			-19	-23	-24		-35	-42	-26	-56	-24	-77		-27	-82	-61	-23	-19	-19		
FQ	Aire	3			-39	-58			-61		-54	-62	-62	-66		-61	-40	-51					
FQ	Geomorfología	4			-45				-43	-19						-37							
FQ	Macizo rocoso	5			-23				-23	-26	-27	-30	-29	-73			-58	-58					
FQ	Suelo	6			-23	-29			-23	-38	-27	-41	-29	-73		-20	-90	-90					
BE	Bosque	7				-80									-38								
BE	Herbazal arbolado	8				-78									-30								
BE	Matorral arbolado	9				-78									-33								
BE	Plantación forestal	10				-76									-24								
BE	Fauna silvestre terrestre	11			+35	-76	-42	-58	-55		-44	-39	-52	-62	-43	+33	-41	-38		-33			-48
BE	Ecosistema acuático	12			-31	-34	-52		-32	-62	-32	-68	-48	-46	-43	-46	-49	-63	-32		-32		
SEC	Actividad económica	13	-43		-30	-34	-34	+34	-83				+28	+18	+28	-50				+84		+82	+31
SEC	Actividades recreativas	14	-21			-24			-48	-34			-24						-41				
SEC	Centros educativos	15							-42				-47	-47									
SEC	Dinámica vial	16							-83							-45				-33			
SEC	Empleo	17	-55	+30											+28								
SEC	Infraestructura	18						+38	-71				+42	-59						+96			
SEC	Población	19		+25																			
SEC	Organización comunal	20		-37		-40		+27	-63		-45		-42	-71		-36				-54			
SEC	Salud	21		-32	-43	-43			-41		-45	-25	-84	-57	-18	-41	-38	-47		+91		+82	
SEC	Seguridad	22							-50		-45		-56	-53	-69	-46	-47	-23					
SEC	Servicios públicos	23					-40	+39	-63		+55		+39		-28					+92			+56
SEC	Sitios arqueológicos	24			-63	-63			-63						-63								
SEC	Tenencia de la tierra	25	-55																				
SEC	Uso del suelo	26			-30																		
SEC	Uso social del agua	27			-21				-62		-76	-27						-27		+56			
SEC	Vivienda	28						+30	-73		-28			-80									
SEC	Paisaje	29			-30	-36		-27	-40	-17				-29		-34	-36			-32			

Anexo 18.5. Matriz depurada de Importancia de los Impactos Ambientales Potenciales del Proyecto Quinta Ampliación del Acueducto Metropolitano.

Acciones o Actividades de proyecto Potencialmente impactantes ➔			Fases del Proyecto																				
			C	C-O	C	C	C-O	C-O	C	C	C	C	C-O	C-O	C-O	C	C-O	C-O	O	O	O	O	O
Factores ambientales Potencialmente impactables ⬇			Adquisición de propiedades y pago de servidumbres.	Reclutamiento de personal.	Establecimiento y manejo de escombreras.	Desmonte y limpieza.	Aprovechamiento de agua.	Habilitación de servicio eléctrico.	Excavación superficial.	Desvío de cursos de agua.	Excavación subterránea.	Elaboración de concretos.	Construcción y presencia de infraestructura.	Uso de equipo y maquinaria.	Presencia de personal.	Acopio temporal de materiales excavados y de construcción.	Generación de residuos.	Almacenamiento y uso de sustancias químicas.	Funcionamiento del desarenador.	Conducción, almacenamiento y distribución del agua.	Funcionamiento de válvulas.	Funcionamiento de la planta potabilizadora.	Generación de electricidad.
			ID	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
FQ	Aguas subterráneas	1			-27	-28																	
FQ	Aguas superficiales	2																					
FQ	Aire	3			-39	-58																	
FQ	Geomorfología	4			-45																		
FQ	Macizo rocoso	5																					
FQ	Suelo	6				-29																	
BE	Bosque	7				-80																	
BE	Herbazal arbolado	8				-78																	
BE	Matorral arbolado	9				-78																	
BE	Plantación forestal	10				-76																	
BE	Fauna silvestre terrestre	11			+35	-76	-42	-58	-55														
BE	Ecosistema acuático	12			-31	-34	-52	-32	-62	-32	-68	-48	-46	-43	-46	-49	-63	-32					
SEC	Actividad económica	13	-43		-30	-34	-34	+34	-83														
SEC	Actividades recreativas	14																					
SEC	Centros educativos	15																					
SEC	Dinámica vial	16																					
SEC	Empleo	17	-55	+30																			
SEC	Infraestructura	18																					
SEC	Población	19		+25																			
SEC	Organización comunal	20		-37		-40		+27	-63														
SEC	Salud	21		-32	-43	-43																	
SEC	Seguridad	22																					
SEC	Servicios públicos	23																					
SEC	Sitios arqueológicos	24			-63	-63																	
SEC	Tenencia de la tierra	25	-55																				
SEC	Uso del suelo	26			-30																		
SEC	Uso social del agua	27																					
SEC	Vivienda	28																					
SEC	Paisaje	29			-30	-36																	