

Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en el área de Limoncito."

**Informe final
Diciembre 2013**



Para:
SENARA
Elaborado por:
Programa de Investigación en Desarrollo Urbano
Sostenible (ProDUS) de la Universidad de Costa Rica

Teléfonos: 2283-4815 / 2283-4927 fax: 2283-7634
Correo electrónico: produs@produs.ucr.ac.cr
Página de internet: www.produs.ucr.ac.cr



Índice general

I.	Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA).....	1
II.	Introducción.....	27
III.	Información general.....	28
1.	Información sobre la persona física o jurídica.....	29
2.	Información sobre el equipo profesional que elaboró el EIA.....	33
3.	Términos de referencia.....	35
IV.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	36
	SECCIÓN 1. ASPECTOS GENERALES.....	36
1.1	Ubicación geográfica.....	36
1.2	Ubicación político administrativa.....	38
1.3	Justificación técnica.....	40
1.4	Concordancia del proyecto con los planes de uso de la tierra.....	44
1.5	Área de proyecto y área de influencia.....	48
	SECCIÓN 2. FASES DE DESARROLLO.....	51
2.1	Actividades a realizar durante el proyecto.....	51
2.2	Tiempos de ejecución.....	52
2.3	Tiempos de ejecución.....	53
2.4	Descripción de infraestructura a desarrollar.....	55
	SECCIÓN 3. FASES DE CONSTRUCCIÓN.....	65
3.1	Equipo y materiales a utilizar.....	65
3.2	Necesidad de recursos.....	66
3.3	Disposición de residuos.....	68
3.4	Inventario y manejo de materias primas y sustancias especiales.....	69
3.5	Ruido y vibraciones (Fase Construcción).....	70
V.	DESCRIPCIÓN DE LA NORMATIVA LEGAL.....	72
	SECCIÓN 4. MARCO JURÍDICO.....	72
VI.	LÍNEA BASE.....	77
	SECCIÓN 5. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO.....	77
	SECCIÓN 6. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIOLÓGICO.....	82
	SECCIÓN 7. DESCRIPCIÓN DE LOS AMBIENTES SOCIAL Y ECONÓMICO.....	85
VII.	IMPACTO AMBIENTAL.....	92
	SECCIÓN 8. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	92
8.1	Resumen del proyecto.....	92
8.2	Elementos generadores de impacto.....	95



8.3 Medio ambiente susceptible a ser impactado	98
8.4 Identificación y pronóstico de impactos ambientales	100
8.5 Impactos ambientales que producirá el proyecto.....	102
8.6 Selección de opción del proyecto	115
8.7 Mapa de susceptibilidad ambiental	115
SECCIÓN 9. EVALUACIÓN DE IMPACTOS Y MEDIDAS CORRECTIVAS.....	117
9.1 Medio físico.....	117
9.2 Medio biótico.....	118
9.3 Medio socioeconómico.....	123
9.4 Impactos en la fase de operación del proyecto.....	125
9.5 Análisis de efectos acumulativos	128
9.6 Análisis de efectos sinérgicos	128
9.7 Medidas correctivas y de mitigación	130
SECCIÓN 10. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL	163
10.1 Plan de manejo de residuos.....	164
10.2 Plan de monitoreo	165
10.3 Plan de contingencia ante amenazas naturales	169
10.4 Plan de restauración y reforestación.....	171
10.5 Plan de obras de mitigación y compensación.....	173
10.6 Plan de seguridad y salud ocupacional.....	175
10.7 Plan de seguimiento y supervisión.....	176
10.8 Plan de capacitación local (PCL)	179
10.9 Plan de comunicación y consulta (PCC).....	181
10.10 Plan de atención de reclamos.....	183
SECCIÓN 11. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL	189
11.1 Cronograma de ejecución	189
11.2 Costos de gestión ambiental.....	191
SECCIÓN 12. PLAN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL (PEA)	193
12.1 Objetivos del Plan de Educación Ambiental (PEA).....	193
12.2 Fases para su desarrollo.....	193
12.3 Áreas de acción del Plan de Educación Ambiental (PEA).....	194
12.4 Propuestas para su implementación, según el área de acción.....	194
SECCIÓN 13. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AMBIENTALES PARA EL PLIEGO DE LICITACIÓN DE LAS OBRAS	196
SECCIÓN 14. ANÁLISIS FINANCIERO Y ECONÓMICO	197
14.1 Valores, indicadores y supuestos empleados en los flujos de caja	197



14.2 Rentabilidad del Proyecto sin el canal Santa Rosa	204
14.3 Rentabilidad del Proyecto con la inversión en el canal Santa Rosa	205
SECCIÓN 15. CALIDAD AMBIENTAL DEL AP Y EL ÁREA DE INFLUENCIA BIOFÍSICA Y SOCIAL (DIRECTA E INDIRECTA)	
207	
15.1 Pronóstico de la calidad ambiental del área de influencia biofísica y social (directa e indirecta)	207
15.2 Síntesis de compromisos ambientales del proyecto	209
15.3 Política ambiental del proyecto	212
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	213

Índice de cuadros

Cuadro I.5.1 Principales impactos que genera el proyecto en sus fases de construcción y operación	17
Cuadro 1.2.1. Distribución por cantón del área de estudio	38
Cuadro 2.1. Características de los puentes se reconstruirán	61
Cuadro 3.2.1-2. Consumo de agua por mes durante la construcción del proyecto en caso de alquiler de vivienda para 4 personas	66
Cuadro 3.2.1-3. Consumo de agua por mes en caso de alquiler de contenedor	67
Cuadro 5.4.1.1 Resultados obtenidos para el Índice de Calidad	79
Cuadro 7.1.1 Uso del Suelo para la Cuenca del río Limoncito.	85
Cuadro 7.1.2 Distribución por tamaño del lote	86
Cuadro 7.4-1 Sistema de disposición de aguas residuales en Limoncito	89
Cuadro 8.4.1 Interacción entre las distintas actividades generadoras de impacto y los distintos factores susceptibles a ser impactados	101
Cuadro 8.5.1 Descripción de la interacción entre las distintas actividades generadoras de impacto y los factores susceptibles a ser impactados	102
Cuadro 9.1. Código de colores utilizado para representar la significancia de los impactos.	118
Cuadro 9.3. Matriz MIIA sobre el medio biótico	120
Cuadro 9.4. Matriz MIIA sobre el medio Socioeconómico.	124
Cuadro 9.5. Matriz MIIA de impactos en la fase de operación.	126
Cuadro 9.6. Matriz de medidas de mitigación (incluye indicadores, monitoreo y regencia) para impactos significativos (severos o críticos) en etapa de construcción.	132
Cuadro 9.8 Matriz de medidas de mitigación (incluye indicadores, monitoreo y regencia) para impactos secundarios en etapa de construcción	140
Cuadro 9.9. Resumen de medidas ambientales establecidas para prevenir, compensar o mitigar los impactos producidos por el proyecto	155
Cuadro 11. 1 Cronograma de ejecución	191
Cuadro 11.2. Costos de gestión ambiental	193
Cuadro 14.1. Costos y beneficios tangibles e intangibles del proyecto.	201
Cuadro 14.2.(a) Costos de operación y mantenimiento sin canal Santa Rosa	202
Cuadro 14.2.(b) Costos de operación y mantenimiento con canal Santa Rosa	202
Cuadro 14.3. Costos ambientales	203
Cuadro 14.4. Ahorros en gastos de mantenimiento de caminos	204
Cuadro 14.5. Ahorros por días laborales no perdidos	205



Cuadro 14.6. Costa Rica. Indicadores financieros para el proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en Río Limoncito". 2013.....	206
Cuadro 14.7. Costa Rica. Indicadores financieros para el proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en Río Limoncito".2013.....	206
Cuadro 14.8. Costa Rica. Indicadores financieros para el proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en Río Limoncito". 2013.....	207
Cuadro 14.9. Costa Rica. Indicadores financieros para el proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en Río Limoncito". 2013.....	207
Cuadro 14.10. Costa Rica. Indicadores financieros para el proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en Río Limoncito".2013.	208
Cuadro 14.11. Costa Rica. Indicadores financieros para el proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en Río Limoncito". 2013.....	208

Índice de mapas

Mapa 1.1. Mapa de ubicación aérea de estudio.....	37
Mapa 1.2.1. Mapa político administrativo.....	39
Mapa 1.3.1. Comparación entre zonas de inundación de la CNE y SCAAL.....	43
Mapa 1.4.1 Zonas de manejo establecidas en el Plan de Manejo del RNMVSL.....	47
Mapa 1.5.1. Área de influencia del proyecto y ubicación de obras.....	50
Mapa 2.1. Obras a realizar durante el proyecto.....	62
Mapa 2.2. Material utilizado para proteger y estabilizar el talud.....	63
Mapa 2.3. Ancho de los cauces después de realizado el proyecto.....	64
Mapa 8.1.1. Obras que se desarrollaron durante el proyecto.....	94
Mapa 8.7.1. Susceptibilidad ambiental.....	117
Mapa 9.1 Profundidad en la zona de inundación para un período de retorno de 10 años, después del proyecto sin intervenir en el canal Santa Rosa.....	153
Mapa 9.2 Velocidad del agua en la zona de inundación para un período de retorno de 10 años, después del proyecto sin intervenir en el canal Santa Rosa.....	154

Índice de figuras

Figura 1.3.1 Inundación por desbordamiento de ríos en barrio Envaco.....	41
Figura 2.1. Diagrama de Gantt del proyecto.....	54
Figura 2.2. Sección de cauce en función del tipo de protección que se coloque en el talud.....	56
Figura 2.3. Vertedor Transvase colocado al inicio del canal Transvase entre el río Limoncito y el canal Santa Rosa.....	58
Figura 2.4. Estructura vertedora que se colocará al inicio del canal Japdeva.....	59
Figura 2.5. Vista en planta de la alcantarilla del sector sur.....	60
Figura 3.2.4 Gráfico de cantidad de personal necesario para la construcción del proyecto.....	68
Figura 10.2.1 Sonómetro.....	168
Figura 10.2.2 Boleta para realizar las mediciones de ruido.....	170



I. Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA)

I.1 Introducción

El Proyecto Limón Ciudad Puerto (PLCP), forma parte de la estrategia de desarrollo integral del Gobierno de Costa Rica para la provincia de Limón, formulado con el afán de generar oportunidades para los habitantes de la región, a través de la revitalización productiva promovida por la modernización de su infraestructura.

El Proyecto Limón Ciudad Puerto, pretende contribuir al Cantón de Limón para que el mismo pueda enfrentar los retos de desarrollo para la provincia, desde las cuatro áreas claves: la revitalización urbana y cultural, el fomento de la economía local, el buen gobierno local y la planificación estratégica de la Ciudad Puerto. El logro de estos objetivos implica la participación de 14 instituciones gubernamentales como principales promotoras y ejecutantes de las actividades propuestas en las distintas áreas de acción y supone también la participación ciudadana, que debe cumplir una importante cuota de apoyo a la gestión del proyecto.

Por otra parte, en la ley 8725 se le faculta a la UTE SENARA para liderar el desarrollo del sub componente 1.2.ii denominado "Sistema de Control de Inundaciones en el área de Limoncito". El objetivo principal de este componente es reducir el efecto de las inundaciones en la cuenca baja del Río Limoncito mediante la implementación de medidas estructurales y no estructurales.

Las razones que fundamentan esta intervención y que a la vez han originado la problemática de las inundaciones en estos sectores son principalmente un asentamiento poblacional no controlado, la construcción de obras de relleno para combatir la inundación, el estrechamiento de cauces por construcción de viviendas en márgenes, la construcción de puentes en salidas de cauces que limitan el flujo, la construcción de RN-36-Cieneguita–Westfalia y la construcción del aeropuerto de Limón, el cual se ha constituido en una especie de dique que limita la descarga natural de las aguas al mar.

I.1.1 Objetivos

I.1.1.1 Objetivo General

Elaborar un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) en el Área de Limoncito, en el Cantón Limón de la provincia de Limón, de conformidad con la propuesta de diseño de la Red de Cauces de Drenaje elaborada por la UTE SENARA para la atención del Sub componente Control de Inundaciones en el Área de Limoncito del Proyecto Limón Ciudad Puerto, de acuerdo a lo estipulado en la Ley8725.



I.1.1.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar las actividades y estudios necesarios para elaborar el Estudio de Impacto Ambiental requerido con base en el contenido temático establecido en el decreto N° 32966-MINAE, documento que forma parte de los términos de referencia.
- Realizar un análisis de la propuesta de diseño planteada por la UTE-SENARA para valorar su impacto ambiental y social.
- Efectuar una descripción de los medios físico, biótico y socioeconómico del área de influencia directa e indirecta del proyecto.
- Identificar, describir y evaluar los impactos ambientales positivos y negativos que se pronostica que causaran las actividades del proyecto
- Valorar los impactos identificados, positivos y negativos, generados por el desarrollo del proyecto.
- Realizar análisis de riesgo y vulnerabilidad ambiental. Tomando en cuenta los aspectos hidrológicos (avenidas regulares y extremas), geológicos (fallas), hidrometeorológicos (huracanes, temporales), hidrogeología, suelos, otros.
- Identificar impactos de carácter acumulativo. Realizar una sección sobre medidas de mitigación correspondientes a estos impactos.
- Identificar y caracterizar las áreas ambientalmente frágiles dentro del área del proyecto y de influencia. Entre estas las áreas de ríos, quebradas, humedales y áreas protegidas que podrán afectarse con la construcción de las obras. Aplicar las políticas de salvaguarda del Banco Mundial.
- Diseñar y proponer las medidas de mitigación y compensación socio ambientales relacionadas con los impactos ambientales y sociales que permitan mitigar los impactos evidenciar una mejora sustantiva de las condiciones socios ambientales en el área de influencia directa del proyecto.
- Dentro de estas medidas del PGA se deben proponer obras concretas comunitarias para embellecimiento y esparcimiento de los pobladores de manera tal que puedan ser consideradas en la etapa final de diseño y estimación de costos de las obras finales.
- Evaluar las opciones técnicas del proyecto a fin de determinar si son las ambiental y socialmente más viables. Estas valoraciones deberán ser realizadas de manera coordinada con el comité técnico de seguimiento conformado por personal del SENARA- la UCP y La SETENA.
- Proponer y diseñar los planes del PGA, entre estos manejo de desechos, salud ocupacional, plan de comunicación y consulta, plan de los mecanismos de atención de reclamos, plan de restauración y reforestación, plan monitoreo, plan de contingencia, entre otros, con el fin de atender los impactos generados por el proyecto en la etapa constructiva y operativa. Además la implementación de un programa de educación ambiental de mediano y largo plazo que le de sostenibilidad al proyecto.

I.1.2 Localización

El área de estudio abarca toda la cuenca del río Limoncito, el canal Santa Rosa y sus afluentes, pese a que el área intervenida directamente se limita sólo a la parte baja de la cuenca. Cualquier variación en el uso del suelo o en la condición hidráulica del cauce



altera las condiciones en que se produce la escorrentía del agua. Por tanto, un proyecto que pretenda controlar las inundaciones debe contemplar un manejo integral de cuenca en cuanto al uso de suelo y conducción del agua.

La cuenca del río Limoncito se ubica en la provincia de Limón, en los distritos de Limón, Matama y Río Blanco, estos distritos se encuentran en el cantón Limón. El proyecto se encuentra entre las siguientes coordenadas (CRTM 05): 602000 a 610000 longitud oeste y de 1097000 a 1104000 latitud norte. Estas coordenadas en geográficas son: 83°03'44'' a 82°59'46'' longitud oeste y 9°55'26'' a 9°59'10'' latitud norte.

I.1.3 Entidad propietaria

Gobierno de Costa Rica (Unidad Ejecutora: Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA)).

I.1.4 Justificación

El subcomponente de Control de Inundaciones a cargo de la UTE SENARA consiste en la ejecución de las obras civiles e hidráulicas necesarias para el mejoramiento y ampliación de los cauces naturales y artificiales de la cuenca baja del Río Limoncito. El objetivo de estas obras es mitigar las inundaciones en zonas urbanas y en la Cuenca Baja del Río Limoncito y alrededores, para lo cual se identificó la necesidad de rehabilitar el sistema de drenaje en diversas zonas vulnerables de este sector. Esta rehabilitación incluye la ampliación de la sección hidráulica de los cauces existentes, construcción de cauces nuevos, extracción de la vegetación y residuos sólidos de los cursos naturales del agua, mejoramiento de la ruta de evacuación natural al mar y el mejoramiento, rehabilitación y construcción de infraestructura como puentes, pasos de alcantarilla, muros de protección y caminos de acceso para labores de mantenimiento. Tales acciones implican reubicar algunas edificaciones ubicadas en ambas márgenes de la Quebrada Chocolate y el Río Limoncito principalmente, así como la remoción o descuaje de cobertura vegetal (árboles y arbustos) ubicados en ambas márgenes y dentro de los cauces.

I.2 Descripción del proyecto, obra o actividad (fases, obras complementarias, etc.)

Las principales obras del proyecto serán:

- Construcción de dos canales: uno para la desviación de agua del río Limoncito hacia el Canal Santa Rosa y otro para la desviación de agua del canal JAPDEVA hacia el mar Caribe.
- Modificación total o parcial de los cauces de ciertos tramos del río Limoncito, Quebrada Chocolate, Quebrada sin nombre, Canal San Rosa y Canal JAPDEVA para aumentar su capacidad de transporte de agua.
- Construcción de vertedores para transvasar el agua de un cuerpo de agua a otro.
- Construcción de alcantarillas para descargar el agua al mar Caribe.
- Demolición y construcción de 17 puentes vehiculares.
- Construcción de un sitio para la disposición del material extraído al modificar los tramos de ríos y canales.



I.3 Características ambientales del área de influencia

Descripción de ambiente físico:

Clima: en la cuenca del río Limoncito predomina el clima tropical húmedo sin presencia de un periodo seco bien definido. Es característico de este régimen climático la precipitación abundante, alta humedad relativa y altas temperaturas. Dentro de la categoría de zonas de vida de Holdridge es considerada como de Bosque muy húmedo premontano transición a basal.

Geología: en el AP y sus alrededores afloran materiales de origen sedimentario pertenecientes a las Formaciones Senosri, Uscari, Río Banano, Limón y Suretka, así como los depósitos recientes de origen aluvial y coluvial. De acuerdo al mapa geológico incluido en el informe, el proyecto se desarrollará principalmente sobre los depósitos recientes.

Estructuras: de acuerdo al mapa geológico incluido, se han identificado tres tipos de estructuras originadas por esfuerzos tectónicos: compresión, distensión y de cizalle. El AP se localiza dentro de una región sísmica caracterizada por la presencia de importantes fallas, las cuales en diversas ocasiones, han generado eventos sísmicos de importancia llegando a causar daños de consideración en el cantón.

Los efectos más importantes de un sismo podrían ser: amplificaciones de la onda sísmica en aquellos lugares donde el tipo de suelo favorece este proceso, licuefacción del suelo sobre todo en aquellas áreas cercanas a la costa donde los terrenos están conformados por acumulación de arenas, deslizamientos de diversa magnitud sobre todo en las partes medias y altas de los principales ríos, tsunamis o maremotos, asentamientos de terrenos donde se han practicado rellenos mal compactos o existen suelos poco compactos, y fracturas en el terreno. De estos los efectos, los deslizamientos no se consideran una amenaza directa hacia el AP, ya que el proyecto se desarrollará principalmente en terrenos de baja pendiente, sin embargo, es posible que en las zonas montañosas ubicadas agua arriba del AP, los materiales deslizados puedan llegar represar los cursos de agua, potenciando que posteriormente ocurran flujos de lodo que afecten no solo las obras civiles a desarrollar, sino también la población vecina a los cauces a intervenir con el proyecto.

Suelos: el proyecto se localiza en su totalidad dentro de la Unidad de Suelos Limoncito, que está compuesta por arcillas delgadas de plasticidad intermedia, limos con arena, arenas medias a finas y gravas.

De acuerdo a información de los sondeos para la construcción de los puentes a lo largo de la red vial referentes a los suelos cercanos a los márgenes de ríos y quebradas, se concluye que para la construcción de infraestructura sobre estos suelos, es necesario tomar las medidas pertinentes para evitar daños en la infraestructura debido a movimientos de expansión y contracción.

Además para conformar taludes de poca altura, lo más estables posibles en cortes, se recomienda como mínimo una inclinación de 3:1 (Horizontal: Vertical), debiendo evitar por completo el escurrimiento e infiltración de aguas pluviales y servidas, ya que ello



ocasionaría erosionamiento, y por ende desestabilizaría los taludes (Hay algunos casos en donde se recomiendan inclinaciones de 2:1 (horizontal: vertical)).

Geomorfología: el contexto morfológico del área de estudio consiste de una zona costera, la cual presenta un relieve plano en la zona de humedal justamente donde se considera realiza la construcción de canales para drenar el exceso de agua que genera inundaciones durante época lluviosa. En las zonas más elevadas se presentan formas plano-onduladas y laderas que drenan las aguas en general en direcciones sureste y noreste, lo que aporta agua al humedal.

El patrón de drenaje se encuentra subordinado a la geomorfología, debido a que la forma del relieve y la composición del mismo, dirige la escorrentía en direcciones preferenciales de acuerdo al sentido de la pendiente.

Respecto a la geomorfología, la forma del relieve de la zona genera naturalmente zonas inundables, ya que se trata de una zona plana ubicada a una menor elevación hacia donde se drenan las aguas de las zonas más elevadas. La desviación de aguas superficiales mediante canales genera una evacuación acelerada dependiendo de la pendiente de los canales disminuyendo el nivel de los mismos.

Amenazas naturales:

Amenaza sísmica: las características mecánicas de las obras serán evaluadas en los diseños de cada obra a realizar, sin embargo centrándose en las condiciones del espacio, de acuerdo al Código Sísmico de Costa Rica, para la zona de estudio en específico y según el tipo de suelo, para un periodo de retorno de 475 años se espera una aceleración pico efectiva que va desde los 0,30 hasta los 0,36 respecto a la aceleración de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$).

Erosión: es un proceso paulatino de degradación y transporte del suelo o roca mediante las fuerzas climáticas, tales como precipitación, escorrentía o viento. Por las condiciones climáticas del país, la erosión más común es aquella ligada a las condiciones hídricas, es decir aquellas que se dan por la precipitación o la escorrentía. Por la combinación de velocidades y suelos susceptibles a la erosión en la zona debe implementarse alguna medida de protección en los taludes de los canales.

Licuefacción: fenómeno natural en el cual una capa del suelo con determinadas características sufre un reacomodo en sus partículas debido al efecto dinámico de una fuerza lateral, provocando un asentamiento instantáneo, y una pérdida de la resistencia del material en su sección transversal a la superficie. En la zona de estudio se determinó la existencia de suelos licuables, no licuables y una zona donde hay probabilidad de que se encuentren suelos potencialmente licuables.

Inundaciones en la cuenca baja del río Limoncito: de acuerdo al modelado hidráulico realizado para periodos de retorno de 10, 25 y 50 años para las condiciones actuales, en términos generales, el agua ingresa al humedal al desbordarse el canal San Rosa. Una vez dentro existe una cantidad de agua que es posteriormente evacuada por el mismo canal, mientras que una parte es evacuada por el canal JAPDEVA (cerca de Barrio San Luis). Asimismo, sobre el río Limoncito, se presentan problemas de inundación desde el trasvase actual hacia el Canal Santa Rosa (aguas arriba) hasta aguas abajo del puente en



la comunidad Los Cocos (punto final de la simulación). Estas inundaciones son provocadas por la baja capacidad hidráulica del cauce del río Limoncito y, adicionalmente, el efecto de la quebrada Chocolate.

Para un período de retorno de 10 años, la máxima inundación, que se presenta a las 24 horas de haberse dado la creciente. Para esta condición, las profundidades máximas alcanzadas por el agua dentro del humedal son del orden de 1,28 m, mientras que las profundidades mínimas alcanzan valores de 0,10 m; en el caso de las velocidades, estas son del orden de los 0,48 m/s como máximo y de 0,06 m/s como mínimo. El humedal permanece inundado durante 39 horas.

En cuanto al río Limoncito, los valores máximos de profundidad se encuentran alrededor de los 4,16 m cerca del EBAIS de Los Cocos. Entre este punto y el Bar Chita se presentan problemas de desbordamiento sobre ambas márgenes del río. En dicha zona se presentan niveles de inundación que superan los 2 m de profundidad. Un aspecto importante es que en el Bar Chita se ubica la confluencia de la quebrada Chocolate y el río Limoncito. Esta condición provoca que una vez que se alcanzan valores altos de caudal en cualquiera de los dos cuerpos de agua, se produce un remanso que ocasiona inundaciones aguas arriba del Bar Chita.

En cuanto al canal JAPDEVA, las profundidades máximas alcanzan valores del orden de los 4,86 m cerca de la comunidad de Cieneguita. Al Oeste de esta comunidad, cerca del Orfanato Los Cocos, se presentan problemas de inundación. Esta zona se ve afectada por el agua que se desborda del río Limoncito y, debido a la topografía alcanza a llegar al canal JAPDEVA, provocando que la zona que se encuentra entre estos dos cuerpos de agua se vea inundada. Con relación a las velocidades de flujo, los valores máximos se encuentran alrededor de 0,83 m/s, mientras que los mínimos en el orden de los 0,04 m/s.

Para los períodos de retorno de 25 y 50 años, el comportamiento general de la inundación sigue el mismo patrón que el mostrado para las crecientes con 10 años de periodo de retorno. Esto debido a que los hidrogramas presentan un patrón similar, donde su única variación se presenta en la magnitud de caudal. Esto se refleja en los resultados hidráulicos obtenidos.

Calidad del agua superficial: a partir de 12 puntos de muestreo se obtiene un panorama general de la calidad del agua en diversas partes de la cuenca del Río Limoncito y las subcuencas que comprende el estudio. Los cauces presentan grados de contaminación muy bajos o inexistentes en los tramos donde recorren las zonas rurales y boscosas de las respectivas cuencas, por lo que sus desvíos de caudal en las partes altas no deberían suponer un cambio en el grado de contaminación de otros cuerpos de agua, tales como el humedal del RNVSM Limoncito o en las salidas al mar. Sin embargo, en las zonas urbanas se nota un fuerte efecto antrópico en la calidad de los cuerpos de agua.

De acuerdo a los estudios realizados a los lodos provenientes de los cauces urbanos de los ríos y quebradas que se excavarían, estos presentan una composición similar a los abonos orgánicos por lo que se recomienda secarlos y utilizarlos como tales. En el caso que se depositen en un sitio sin secarlos, por las características del agua superficial indicadas, deben hacerse estudios adicionales específicos para evitar alguna contaminación, por ejemplo: un estudio de tránsito de contaminantes.



Corrientes, mareas y oleaje: el impacto de estas obras es totalmente despreciable para el mar, la dinámica costera y la playa. Además, analizando la dinámica de la zona, es muy probable que la nueva configuración de obras trabaje de forma muy similar a como trabajaba el sistema antes de la construcción de la carretera hacia el sur de Limón y el aeropuerto; por lo que aunque el efecto es despreciable, probablemente se acerque más a su condición original antes de la intervención del hombre en dicha zona.

Agua subterránea: en el área de estudio hay acuífero aluvial con características de confinamiento o semiconfinamiento, donde las capas de arcillas superiores tendrían la función de acuicludos o acuitardos. Bajo estos acuíferos sería posible encontrar también acuíferos fisurados, los cuales se ubicarían en las formaciones sedimentarias regionales (rocas carbonatadas, lutitas y areniscas).

El tiempo de tránsito de contaminantes tiene valores inferiores a los 70 días en un área que está restringida a las zonas de llanura aluvial de baja pendiente, que es justamente en el área sobre la que se desarrollará el proyecto aquí analizado. En cuanto a la vulnerabilidad a la contaminación, esta es baja en gran parte del área de estudio, salvo el sector en un sector donde se ubica una barra arenosa, en cuya extensión la vulnerabilidad es moderada.

Los resultados obtenidos significarían un aspecto negativo para la realización del proyecto en el caso que el mismo involucre el desarrollo de obras civiles permanentes con aporte de aguas residuales.

Calidad del aire: hay sitios problemáticos de concentración de malos olores generados principalmente por la acumulación de desechos sólidos y la descarga directa de aguas residuales a los cauces; una parte de la población realiza quemas de basura, emitiendo gases contaminantes a la atmósfera; y gran parte de las carreteras son de lastre, por lo que en época seca, al pasar los vehículos se levantan partículas de polvo, provocando molestias a los vecinos.

No hay presencia de industrias importantes que emitan gases a la atmósfera; y en general, la zona no cuenta con problemas de acumulación de tránsito que generen alta contaminación por emisiones vehiculares (únicamente en la Ruta Nacional N°32 se puede ubicar una mayor concentración de vehículos livianos y de carga pesada).

Ruidos y vibraciones: la zona en general no presenta una problemática importante en este aspecto, sin embargo se pueden identificar algunas fuentes de contaminación acústica: tramos de carreteras muy transitadas por vehículos pesados, el paso del tren sobre la línea férrea dentro del área de estudio y, los aterrizajes y despegues de aeronaves pequeñas en el Aeropuerto de Limón.

Descripción de ambiente biológico:

Ambiente terrestre: la fragilidad del ecosistema terrestre se cataloga como alta, ya que las alteraciones que llegaran a sufrir algunas áreas riparias no permitirán recuperar su estado natural, principalmente aquellas zonas del río Limoncito, la Quebrada Chocolate y la Quebrada Sin Nombre (Quebrada Chinita), así como la ampliación a lo ancho del canal Santa Rosa. Los canales de ampliación propuestos, no van a permitir la recuperación natural de las zonas de protección de los cauces involucrados, debido a que dentro de



algunos sectores, la franja de tierra disminuirá considerablemente, además que serán colocados materiales como bloques de concreto articulado y tablaestaca los cuales van a dificultar la colonización, regeneración y procesos de sucesión natural. La vegetación riparia o zona de protección de los cauces tanto de ríos como quebradas involucrados en el proyecto, se verán seriamente afectados, incluso se estarían eliminando los únicos espacios "verdes" localizados dentro de zonas residenciales particulares. Se debe valorar cuáles sectores permiten mantener algunas especies de árboles y vegetación arbustiva para mantener el entorno paisajístico y la cobertura vegetal, así como los árboles de tamaño considerable. Además considerar si es posible proteger aquellas áreas que presentan una mayor presencia de especies de árboles en las márgenes de los ríos, quebradas y canales, para garantizar la presencia de áreas con cobertura vegetal. Es importante determinar la cantidad de sedimentos arrastrados por los cauces y valorar una posible afectación hacia el ecosistema marino, o lugares donde se dará la desembocadura de esos canales. En época seca, valorar la cantidad de aguas retenidas y estancadas que podrían mantenerse en el canal ampliado, generando una problemática a nivel de vectores de enfermedades, principalmente de insectos.

Cobertura vegetal actual por asociación natural: se encontraron un total de 105 especies de plantas leñosas en 39 familias. De acuerdo a la composición de especies en las distintas localidades, se dispone de información para caracterizar 5 ecosistemas: 1) Ecosistemas urbanos, 2) Ecosistemas agrícolas y ganaderos, 3) Crecimiento secundario extenso, 4) Yolillales y 5) Vegetación costera de barras arenosas. Si bien es cierto no hay ecosistemas en peligro crítico a nivel global en el área de estudio, existen asociaciones que son vulnerables como es el caso de los yolillales que se caracterizan por presentar una biota especializada y restringida a las condiciones particulares de este ambiente.

En la mayor parte del ecosistema urbano, la vegetación está prácticamente restringida a las orillas de los ríos y quebradas, pues son unas de las pocas áreas verdes recreativas a las cuales la población de la cuenca baja del río Limoncito tiene acceso. Esta vegetación será removida completamente en amplios sectores de los cauces de los ríos. Conociendo el alto riesgo social de la zona, y el derecho de la población a un medio ambiente sano, es necesario conservar hasta donde sea posible la vegetación del lugar ya que fue posible observar a los pobladores locales disfrutar de esta. Igualmente, muchas de las especies encontradas actúan como reductoras de la erosión de las riberas y mitigadoras de los efectos de tormentas al disminuir la escorrentía superficial o incluso mantener la fertilidad del suelo. Además no se puede olvidar que la vegetación constituye hábitat y alimento de la fauna nativa. Tomando en cuenta la biomasa y la relevancia para el ecosistema ripario, no se deben remover árboles de más de 6 metros de altura, y con DAP de más de 10 cm. Los árboles con estas características de porte y dimensiones son poco frecuentes en el área a intervenir, pero algunos individuos superan esa altura y diámetro considerablemente.

Ambiente marítimo: durante la época seca en Puerto Limón el nivel que algunas quebradas presentan son excesivamente bajos (especialmente con los trasvases que han sido construidos desde hace algunas décadas), y la fauna acuática de las cuencas media y baja, así como las costeras, se ven en condiciones de alto estrés, debido a la poca circulación de agua, el aumento de temperatura del medio, y la consecuente disminución de disponibilidad local de oxígeno. En condiciones de poco oleaje, las vías de agua dulce, sean ríos, quebradas o canales artificiales, reciben poca influencia marina. Más bien, es la salida de agua dulce hacia el mar la que define las condiciones superficiales de la franja



costera. Cuando hay marejadas producto de tormentas lejanas o huracanes, el agua salada posiblemente asciende río arriba hasta cierto nivel, según la intensidad del oleaje y el nivel de la marejada. Sin embargo, si hay una gran descarga simultánea de agua dulce proveniente de la precipitación y los acuíferos locales se produciría una mezcla de ambas fuentes.

La zona marino costera adyacente o potencialmente afectada por el proyecto incluye tres tipos principales de comunidades biológicas: Estuarina, Costera pelágica en sustrato arenoso y Arrecifal. Cabe destacar que varias especies usan dos o más hábitats en distintas etapas de su ciclo de vida, y por lo tanto, es importante considerar las tres comunidades dentro de un enfoque ecosistémico, con diversos grados de conectividad entre ellas. La canalización pre-existente al proyecto ha sustituido el sistema permanentemente pantanoso original, por áreas relativamente secas con propensión a inundaciones cíclicas. La fauna acuática ya ha sufrido alteraciones en su distribución y en la disponibilidad de un hábitat adecuado. Por esta razón, en el humedal las especies acuáticas suelen abundar más en canales que en las extensas zonas ya parcialmente desecadas.

Dadas las características biológicas, tectónicas, oceanográficas, hidrológicas y climatológicas de la zona marino costeras asociada al área de estudio, así como el estatus de protección y la infraestructura desarrollada previamente al proyecto de Sistema de Control de Inundaciones en la Cuenca Baja del río Limoncito, se puede partir de la premisa de que las comunidades acuáticas bajo consideración se encuentran en una condición alterada desde la década de los años 50, y más notoriamente a partir de mediados de los años 70, cuando el desarrollo urbano se aceleró. Un caudal mínimo para la fauna acuática puede ser más riesgoso, que las grandes avenidas en las quebradas. De este modo, la época seca se convierte en un factor limitante para el diseño de algunas partes de la obra. La creación de agua estancada en ciertos puntos podría generar mayores riesgos de enfermedades infecto-contagiosas transmitidas por mosquitos, como el dengue. La eliminación de árboles riparios presenta un problema para algunas especies que requieren sombra en el agua, así como aquellas de alimentación alóctona. La remoción constante de grandes obstáculos es indispensable, para que todos los cauces de quebradas y canales puedan soportar algunas avenidas.

Calidad biológica del agua: los sitios de estudio presentaron individualmente una riqueza de taxa de macroinvertebrados acuáticos relativamente baja. No obstante, la riqueza de taxa total del área de estudio no fue tan baja, ya que se encontraron 58 taxa, dentro de 40 familias. El índice de calidad de agua BMWP-CR clasificó 7 de los sitios de muestreo en categorías malas, 2 sitios regulares y un sitio con calidad ecológica buena. La abundancia y la riqueza de especies de peces fueron relativamente bajas, con excepción del sitio "Quebrada Sin Nombre (Quebrada Chinita), cuenca alta", en donde la abundancia y riqueza de especies fueron mayores. Dada la naturaleza de las obras del Proyecto, se espera que los principales impactos al ecosistema acuático lótico sean: liberación de sedimentos, disminución de materia orgánica aportada por la vegetación ribereña y pérdida de microhábitats por la canalización de los ríos y quebradas.

Los macroinvertebrados forman parte importante de las cadenas alimenticias, tanto para especies acuáticas como peces, como para especies terrestres (como aves, murciélagos, anfibios, algunos reptiles, arañas y otros insectos). La actividad de construcción de vías e infraestructura podría tener efectos directos e indirectos en el ecosistema del río en



general. Uno de los aspectos más importantes a considerar es la liberación de sedimentos, éstos afectan la fauna tanto en el propio sitio como río-abajo del mismo (incluyendo su transporte a los ambientes costeros y marinos). Los sedimentos finos en suspensión dificultan la respiración de los organismos y también pueden afectar sus mecanismos de alimentación. Además, si se construyen represas o alguna obra que dificulte el paso de fauna acuática, esto podría afectar el tránsito de organismos, lo cual sería especialmente perjudicial en el caso de especies migratorias, que requieren desplazarse para completar sus ciclos reproductivos, ya que podrían verse imposibilitadas de pasar esta barrera antropogénica. La actividad y el paso de la maquinaria por el lecho del río destruyen los microhábitats y causa la deriva de los organismos, que son arrastrados corriente-abajo. La eliminación de la vegetación ribereña puede tener un efecto negativo sobre la fauna acuática, debido a la disminución de hojarasca, raíces sumergidas, que conlleva a que haya una menor cantidad de alimento y menor diversidad de microhábitats dentro del río. Finalmente, puede haber un efecto negativo por una posible contaminación por hidrocarburos y aceites, desechos sólidos entre otros, lo cual disminuye considerablemente la calidad del agua tanto en el propio sitio, como río-abajo.

Todos estos efectos pueden llegar a ser más pronunciados en condiciones de caudal bajo, especialmente en la época de menor precipitación. Al haber menor caudal, el efecto de dilución de los sedimentos es menor, por lo que el efecto negativo sería mayor.

Descripción de los ambientes social y económico:

Uso del suelo en la cuenca: la cuenca del río Limoncito se clasificó en ocho categorías: bosque, charral, cultivo, pastos, suelo desnudo, agua, uso urbano y aeropuerto. Los usos predominantes en la cuenca son bosque, pastos y cultivos. El 42,1% del área de la cuenca corresponde a bosques, siendo la mayor la concentración boscosa en la parte alta de la cuenca, conservándose sectores pequeños entre la zona del Refugio Nacional Mixto de Vida Silvestre Limoncito y sus alrededores. Para efectos del manejo de aguas, los terrenos boscosos presentan una mayor retención del agua, lo que favorece el retardo y disminución de escorrentía de las aguas llovidas. En las elevaciones intermedias se presenta la mayor concentración de pastizales, que para efectos de la cuenca equivalen al 29,0% del área, siendo la mayoría sectores en que la práctica de la ganadería y la agricultura ha llevado a la disminución de la cobertura boscosa de la zona, lo que induce una mayor escorrentía asociada a una menor capacidad de infiltración. La distribución de los cultivos abarca el 10,5% del territorio. El uso urbano equivale al 9,3% del área, concentrándose en las riberas bajas del río Limoncito y alrededor de la quebrada Chocolate, siendo esta zona la que representa la mayor impermeabilización del terreno. Parte del terreno está cubierto por manglares o yolillos, abarcando el 5,8% del terreno de la cuenca. Estos sectores se caracterizan por alta concentración de vegetación de gran tamaño tipo palma, en las cuales se da una gran concentración de humedad.

Uso del suelo urbano: en la zona urbana del área de influencia directa (AID) viven aproximadamente 23.729 personas. En la misma zona, existen aproximadamente 7.188 unidades habitacionales, de las cuales se encuentran ocupadas 6.573, lo que corresponde al 91,44% del total de viviendas. En esta zona se encuentran los barrios de: Limoncito, Cieneguita, San Luis, Los Cocos, Colina, Juan Pablo II, Pueblo Nuevo, Cielo Amarillo, Urbanización 1, Corales 1 y 2, Bambú, Pacuare, San Juan, Urbanización Gertrudis, Urbanización Atlántida, El Trébol, Ceibón, Los Lirios, Juan Gobán y El Carmen.



Como parte del sistema de salud público, se encuentran varias áreas de salud y EBAIS. El Área de Salud de Barrio Los Cocos, incluye el EBAIS y la Clínica de San Juan, donde se brindan servicios de Atención Primaria, Medicina General, Odontología, Vacunación y toma de muestras de laboratorio. Con respecto a la infraestructura educativa, en la zona urbana se localizan 7 escuelas. También hay otras infraestructuras públicas como Templos, Centros Religiosos y Salones Comunes que son parte social importante de las comunidades.

Tenencia de la tierra en sitios aledaños: la mayoría de los lotes se encuentran por debajo de los 500 m², siendo la mediana de los datos de 265,6 m² (el promedio se ve sesgado por los lotes de mayor tamaño). La parte baja de la cuenca concentra mayoritariamente lotes de tamaños inferiores a los 800 m², mientras que los lotes de mayor tamaño se presentan más bien hacia las partes altas. Esto se debe principalmente a la concentración urbana en la zona baja, mientras que los terrenos de más elevados son mayoritariamente de uso agropecuario o boscoso.

Dentro del estudio preliminar de identificación de viviendas susceptibles a reasentamiento para la intervención de obras en el Río Limoncito y la sustitución del puente en la comunidad de Westfalia, desarrollado por la unidad técnica ejecutora del SENARA en el año 2012, se identificaron al menos siete viviendas que requieren ser removidas, debido a su cercanía con el cauce de los ríos y su vulnerabilidad. En total se contabilizan cinco viviendas en el sector del río Limoncito, más dos viviendas en las cercanías del puente Westfalia.

Características socio – demográficas de la población: la zona urbana del Área de Influencia Directa (AID) definida por medio de criterios socioeconómicos, consta de 206 Unidades Geoestadísticas Mínimas (UGM) y se localiza en la parte baja de la Cuenca del Río Limoncito.

Los datos del Censo del 2011 muestran que en las 206 UGM, se tiene una población de 23.729 personas 98% del AID, lo cual representa un 38,9% de la población del distrito de Limón. Cada UGM tiene un promedio de 115 personas, con un mínimo de 11 y un máximo de 683 personas por unidad.

El distrito de Limón entre el año 2000 y el 2011 ha mostrado una tasa de crecimiento igual a 0,12%; la cual está muy por debajo del promedio nacional (1,11%), del de la provincia (1,20%) y el cantón de Limón (0,44%). Asimismo, es destacable que el distrito de Limón, en este periodo de estudio, ha presentado una disminución en la cantidad de hombres y un aumento en la cantidad de mujeres, con un crecimiento total igual a 0,12%.

Los datos del Censo del 2011 muestran como en general la población mayor de 65 años alcanza cerca del 8% y la menor de 15 años es cercana al 31%, por lo que la población de entre 15 y 65 años representa cerca del 60% del total. De manera que, en comparación con otras zonas del país, las zonas de estudio presentan una población joven y una población mayor de 65 años proporcionalmente mayores, lo cual conlleva a una tasa de dependencia alta. La tasa de dependencia demográfica es el cociente de la población en edades económicamente dependientes (los tramos de 0-14 y 65 años y más) entre la población de edades económicamente productivas (15 a 64 años).



Dentro de la zona de estudio el promedio de personas por vivienda es igual a 3,29; mientras que a nivel nacional, cantonal y distrital este promedio es bastante menor (igual a 3,16; 3,17 y 3,07 respectivamente).

Aspectos históricos, culturales y sociales: la conformación de la comunidad de Limoncito es el resultado de la falta de acceso a la tierra y la búsqueda de una mejor calidad de vida, por parte de la población afrocaribeña y mestizo-meseteña. Sus orígenes se remiten a una conformación espontánea y sin planificación integral en los alrededores del Río Limoncito y el Humedal. Esto generó desde un principio el limitado acceso a servicios básicos, deterioro y/o ausencia de la infraestructura pública, inseguridad ciudadana y condición de inhabilitación de algunos sectores del Humedal. Por lo tanto los sectores a intervenir en este proyecto enfrentan problemáticas diversas las cuales son consecuencia directa de la historia de Puerto Limón, la presión generada por su crecimiento urbano descontrolado, ocupación de zonas no aptas para asentamientos humanos, el desempleo y la falta de oportunidades para sus habitantes. Aunque este pretende realizar una mejora a la calidad de vida de la población por medio de la inversión en infraestructura; no se pueden ignorar los problemas sociales existentes, los cuales podrían afectar el desarrollo del mismo. Es indispensable que las medidas de compensación y mitigación propuestas contemplen la inversión tanto física como social y cultural.

Entre las principales fortalezas de la zona sobresale la capacidad organizativa de sus habitantes y la presencia institucional por parte del CENCINAI, centros educativos, iglesias, EBAIS y el IMAS, cuyas diferentes áreas de trabajo generan beneficios a diferentes sectores de la población. El trabajo en conjunto, persiguiendo objetivos claros, comunes y en busca del bienestar colectivo debe convertirse en directriz para la puesta en marcha de los distintos planes de gestión ambiental. El paisaje natural es un elemento fundamental en la dinámica cotidiana de las personas pobladoras, quienes viven el espacio a partir de diferentes actividades que generan el intercambio social entre niños, jóvenes y adultos. Éste se ve representado principalmente por el río y la ribera arbolada que le caracteriza, aunque también incluye al Humedal y los diferentes canales que comunican con éste. Se conforma así una unidad paisajística compleja donde el componente social y su sentido de pertenencia hacia ésta se deben tomar en cuenta para determinar los impactos del proyecto y de qué manera se puede compensar efectivamente cualquier cambio introducido en ella. Al respecto es posible afirmar que aunque el uso de estos recursos naturales ha disminuido paulatinamente por la contaminación e inseguridad, todavía persisten en el imaginario social como elementos identitarios de la comunidad y puntos de referencia importantes en el sector.

Características socioeconómicas de la población: la zona urbana cuenta con una población económicamente activa (PEA) de 8.509 personas (36% de la población total), de las cuales 8.134 están empleadas y solo 375 están desempleadas, lo que representa una tasa de desempleo abierto de 4,41% más baja que la del distrito de Limón y el cantón de Limón, pero más alta que el promedio nacional (3,41%).

La zona urbana está concentrada en el sector servicios, donde más del 80% de las personas se dedica a estas actividades, principalmente actividades de comercio al por mayor y al por menor y en menor medida trabajos relacionados con educación, salud, seguridad u otras actividades del sector público, que en la mayoría de los casos tienden a ofrecer mayor salarios. En cuanto a la industria, cerca del 14% de las personas se



dedican a este tipo de actividades. Por último el sector primario es el que tiene menos participación, siendo ésta menor al 5%. En cuanto al empleo no calificado, el porcentaje en la zona de estudio es menor al porcentaje nacional (21,6%) al del cantón de Limón (26,5%) pero mayor al del distrito de Limón (17,4%). La información de empleo no calificado que afecta a uno de cada 5 trabajadores es importante tomarla en cuenta, ya que este tipo de empleo es el que genera menos ingresos a los hogares y por lo general estas familias se encuentran por debajo de la línea de pobreza y pobreza extrema.

Servicios de emergencia: para situaciones que requieran atención de emergencia primaria se cuenta con un puesto de Cruz Roja frente al Muelle de Limón, en tanto que para atención más especializada, el Hospital de Limón se encuentra cerca de un kilómetro más hacia el norte de la Cruz Roja. Debido a la distribución de las carreteras, para desplazarse hacia cualquiera de estos centros de atención se debe hacer uso de las rutas 32 ó 36 y luego desviarse por rutas cantonales. Del mismo modo, la estación de bomberos se encuentra a dos cuadras de la base de la Cruz Roja, por lo que el desplazamiento hacia las obras debería de realizarse por la misma ruta. De presentarse un acontecimiento que requiera de intervención policial, el puesto de la Fuerza Pública se encuentra ubicado al costado este del estadio de fútbol Juan Gobán. Un segundo puesto policial se ubica al sur del puente, propiamente en el barrio Cieneguita. Las oficinas del Organismo de Investigación Judicial (OIJ) se ubican 900 metros hacia el norte del mismo puente.

Agua potable: el abastecimiento de agua potable en la zona de estudio no representa una problemática para la realización del proyecto.

Alcantarillado pluvial: la gran mayoría de barrios y áreas urbanas, no cuentan con infraestructura de alcantarillado pluvial (únicamente el Barrio Los Cocos). La inexistencia de esta infraestructura en una zona con altos niveles de precipitación tiene consecuencias importantes en la calidad de vida de las personas como: aumento de inundaciones, riesgo sanitario asociado a presencia de aguas residuales mezcladas con aguas pluviales, mayor cantidad de problemas de salud en la población por presencia de vectores, entre otros.

La caracterización realizada sobre el sitio, evidencia que en la zona es urgente el diseño y construcción de un sistema de evacuación pluvial integral.

Alcantarillado sanitario: la contaminación de los ríos en la parte urbana tiene dos fuentes principales: los residuos sólidos que son depositados en el cauce de los ríos y quebradas de la zona, y las descargas directas de aguas residuales de las casas que se sitúan frente a estos cauces. Actualmente, al darse una inundación, el agua que alcanza las casas contiene un alto grado de contaminación, llevándolo a convertirse en un problema de salud pública, debido a la posibilidad de brotes de enfermedades.

El proyecto de control de inundaciones no eliminará por completo la ocurrencia de estos eventos, pero sí pretende reducir su frecuencia. Ante este panorama, se vuelve primordial que mejore la calidad de agua de los ríos y quebradas, con el fin de evitar que, en el caso de alcanzar viviendas, las inundaciones que se den provoquen la menor cantidad de problemas de salud de los pobladores.



Por otra parte, la zona presenta tres condiciones físicas que dificultan la utilización de sistemas individuales de tratamiento, principalmente el tanque séptico con zonas de drenaje: alto nivel freático, presencia de material fino (predominantemente arcillas) y el pequeño tamaño de la mayoría de los lotes (en zona urbana).

Ante esta situación, se considera importante llevar a cabo este proyecto con la construcción del alcantarillado sanitario (que se conectará al Emisario Submarino) de manera paralela, con el fin de darle a la población una solución integral.

Desechos sólidos: aunque el servicio de recolección y disposición final de los desechos sólidos en los alrededores del río Limoncito es brindado por la Municipalidad de Limón, gran cantidad de éstos son depositados en quebradas y ríos de la zona; lo que muestra un problema de educación en la población.

Cuando las vías son angostas y se dificulta el paso de los camiones recolectores, los pobladores los depositan en ciertos puntos en las calles cerca de los ríos, lo cual provoca en muchos casos que los desechos se dispersen por la calle o incluso sean arrastrados hacia el río.

Por otra parte, la Municipalidad no cuenta con el servicio de recolección separada de residuos reciclables y ni programas específicos para su aprovechamiento. En algunas escuelas y colegios del cantón se reciben este tipo de residuos, y ocasionalmente se realizan las campañas del Programa Ambientados en el centro de Limón.

Energía eléctrica: se cuenta con el servicio eléctrico disponible para la realización del proyecto.

Percepción local del proyecto y sus posibles impactos: con el objetivo de poder determinar la percepción y conocimiento de la población con respecto al proyecto, algunas características de los hogares, el empleo, uso, problemas e importancia del río entre otros, se aplicó una encuesta a la zona urbana del área de influencia directa. La encuesta se realizó con un nivel de confianza del 98,7% y un nivel de error del 2,4%, la cantidad de viviendas encuestadas fue de 1176 de 4.816 viviendas. Los resultados obtenidos muestran que el 95% de las personas entrevistadas dijo estar de acuerdo con el proyecto, un 4% en desacuerdo y un 1% dijeron estar indecisos. Existe un porcentaje importante de personas que a la hora de la encuesta dijo no conocer a fondo el proyecto y rondó el 68%. Por otro lado, el análisis muestra que alrededor del 53% de las viviendas dijo tener problemas de inundación a diferentes frecuencias y alturas. Las personas dijeron que en época seca el río baja mucho el nivel del agua, y además externaron en más del 50% de los casos que el río es muy importante o algo importante. De igual forma, los datos revelan que más de la mitad de las viviendas encuestadas (56%) depositan los desechos sólidos al río y más del 80% de los casos entrevistados mostraron tener problemas de aguas sucias en el río. Con respecto a opciones de recreación, en la mayoría de los casos se externó la necesidad de áreas recreativas como parques infantiles, plazas, parques entre otros, de igual forma la mayoría de las personas no le da uso recreacional al río, sin embargo, aquellas que lo utilizan dijeron usarlo para compartir con otras personas, para disfrutar o para conversar. Por último, utilizando herramientas econométricas se encontró una relación estadística entre aquellas personas que tienen problemas de inundación, viven en zonas de pobreza, o le dan gran importancia al río con el hecho de estar de acuerdo con el proyecto.



Infraestructura comunal: la mayoría de la infraestructura de uso comunal (centros educativos, iglesias (son distinción de credo), estaciones de recarga de combustible, centros de atención de emergencias y de servicios de salud) se encuentra ubicada en la zona baja de la cuenca.

Dentro de los centros comunales que se pueden tener en cuenta como posibles albergues en caso de presentarse alguna emergencia, se considera el centro comunal de Los Cocos y el salón parroquial de Limoncito. Como medida secundaria, dependiendo de la gravedad de la inundación, se podría recurrir a los centros educativos o iglesias.

Las plazas y otras canchas deportivas se pueden utilizar como zonas de campamentos temporales como medida adicional en eventuales emergencias.

Por otro lado, para desplazarse en transporte público se puede hacer desde las diferentes paradas de autobús distribuidas sobre las vías principales, o acudiendo a la terminal de buses.

Para efectos de suministro de combustible para la realización de las actividades del proyecto, en las cercanías se ubican cuatro estaciones expendedoras.

Sitios arqueológicos: como resultado de la prospección se descartó la afectación de los bienes patrimoniales registrados en la Base de Datos Orígenes del Museo Nacional de Costa Rica, no se detectaron sitios arqueológicos no registrados, no se hallaron rasgos culturales o concentraciones importantes de evidencia arqueológica, pero si algunos fragmentos de cerámica precolombina dispersos.

Dado que las obras a efectuarse se restringen a la modificación de cauces de ríos, quebradas, y canales existentes; a los dos canales que serán excavados; y a la construcción de infraestructura en los mismos cauces; se considera que la afectación potencial al patrimonio arqueológico e histórico será muy localizada; por tanto, los sitios antiguos que pudieran existir en el resto del área no se verán afectados. Teniendo en cuenta esta situación, y como una medida preventiva se recomienda que un profesional en la disciplina arqueológica sea contratado periódicamente para supervisar los movimientos de tierra a realizarse.

Paisaje: se buscó abordar no solo la afectación física del proyecto sobre el sistema natural desde el punto de vista físico, sino también como a raíz de dicha intervención es posible involucrar a la población y generar espacios de convivencia que permitan no sólo mitigar los efectos de la obra, sino ampliar las posibilidades de espacios recreativos más allá de lo existente.

La metodología consistió en establecer unidades de paisaje, las cuales se valoran a partir de características tales como uso del suelo, potencial recreativo, infraestructura, elementos naturales, entre otros. En total se identificaron 20 unidades de paisaje y para cada una de estas unidades se establecieron ciertos valores dependiendo de la fragilidad existente y las condiciones actuales, para determinar así los diferentes niveles de vulnerabilidad.



Inevitablemente el proyecto va a afectar el paisaje, de esta forma, es necesario determinar el nivel de intervención y cómo compensar las afectaciones que se tendrán. Las medidas de mitigación por alteración al paisaje, pueden colaborar a subsanar algunas actividades cuyo funcionamiento se verá drásticamente afectado con el proyecto, sin embargo, la eliminación de elementos naturales como árboles y vegetación no pueden enmendarse con elementos construidos, habrá pérdidas desde el punto de vista del paisaje que no será posible compensar.

I.4 Resumen de diagnóstico ambiental

Como todo proyecto de ingeniería, este proyecto generará impactos en los distintos factores, tanto la construcción como la operación del proyecto impactarán el medio físico, biótico y socioeconómico.

El medio físico más susceptible a ser impactado es el suelo, esto debido a que durante la construcción del proyecto se deberán realizar movimientos de suelo y se dejarán áreas expuestas, las cuales serán susceptibles a ser erosionadas tanto por el agua como por el viento; el suelo expuesto aumentará su vulnerabilidad ante derrames de productos químicos contaminantes, tales como combustible o aceite que podría derramar la maquinaria que trabaje en el sitio; estos derrames podrían llegar incluso hasta las aguas subterráneas, pues al excavar el fondo de los cauces se podrá llegar a capas con mayor permeabilidad. El agua superficial es otro factor que podrá ser impactado, esto debido a la cantidad de sedimentos que serán arrastrados y llegarán a los distintos cuerpos de agua, los cuales aumentarán la cantidad de sedimentos, esto afectará los seres vivos que habitan en los cuerpos de agua; otro riesgo que tiene este factor es la contaminación producto del derrame de químicos contaminantes que pueda generar la maquinaria.

La flora y la fauna terrestre serán impactados, ya que el proyecto se desarrollará en zonas donde se cuenta con su presencia y deberá ser eliminada para permitir la ampliación del cauce o el ingreso a la maquinaria al cauce, la erosión de los suelos expuestos también podrá tener repercusiones en estos factores. La flora y fauna acuática se verá afectada a causa del ingreso de maquinaria al cauce y por la destrucción del fondo y las paredes del cauce, además un exceso de sedimentos podría afectar enormemente, llegando incluso a matar algunos seres que vivan en este medio.

La salud se verá mejorada, esto debido a que al disminuir la frecuencia de inundación también se reducen los problemas de salud asociados a este fenómeno. También disminuirán los daños al mobiliario de las viviendas. Se mejorará la calidad de vida de los pobladores pues se disminuirá las molestias causadas por la inundación. La población también será impactada por la reubicación de algunas familias que están en la zona donde se ampliará el cauce y por el cambio en las condiciones de vida normal que se producirá durante el proceso constructivo, no obstante se verá beneficiada por el mejoramiento en las condiciones de vida, producto de la disminución de las inundaciones. Además un factor que beneficiará a la población es el aumento del valor de la tierra producto de que algunas zonas ya no tendrán el problema de inundación, que disminuye actualmente el valor de las propiedades. Un pequeño porcentaje de la población se verá afectado debido a que su casa en la actualidad no se inunda y que una vez realizado el proyecto si se inundarán.



I.5 Principales impactos del proyecto al ambiente durante la construcción y operación:

En el Cuadro I.5.1 se enlistan los principales impactos que genera el proyecto, tanto en su fase de construcción como de operación, así como el factor impactado por cada uno de ellos:

Cuadro I.5.1 Principales impactos que genera el proyecto en sus fases de construcción y operación.

Ambiente	Construcción	
	Factor impactado	Impacto
Físicos	Agua	Aumento en la cantidad de sedimentos en los cauces.
	Suelo	Aumento de la erosión por suelo expuesto.
	Aire	Generación de ruido durante el proceso de demolición de los puentes
	Aire	Generación de ruido en zonas cercanas al proyecto producto de la operación de maquinaria, tránsito de vagonetas e hincado de pilotes.
	Agua subterránea	Posible contaminación puntual de aguas subterráneas por la colocación de material extraído de los cauces con alto contenido de humedad en el sitio de disposición final.
	Aire	Generación de ruido durante el proceso de demolición de puentes.
Bióticos	Flora y fauna terrestre	Afectación de la flora y fauna terrestre en las márgenes de los cauces producto de la operación de maquinaria, las excavaciones y la construcción de las obras.
	Flora y fauna acuática	Afectación de la flora y fauna acuática producto de la operación de maquinaria en el cauce, la extracción de material y el aumento de los sedimentos presentes en el agua.
	Refugio	Aumento de la accesibilidad para pescar, cazar o talar dentro del Refugio por la apertura de caminos para la movilización de maquinaria y realización de obras.



Cuadro 1.5.1 Principales impactos que genera el proyecto en sus fases de construcción y operación (Continuación)

Socioeconómicos	Paisaje	Cambio en el paisaje actual debido al corte de árboles y realización de obras en las márgenes de los cauces de ríos y canales.
	Vialidad	Cierre de vías para construcción de puentes.
		Interrupción temporal del flujo durante la ampliación de los cauces en la zona urbana, corta de los árboles y modificación del alineamiento de la quebrada Chocolate en el tramo comprendido entre el bar Chitá y el puente del Ferrocarril.
Población	Demanda de servicios durante el proceso constructivo.	
Ambiente	Operación	
	Factor impactado	Impacto
Físicos	Infraestructura urbana	Mejoramiento de puentes.
	Confort ambiental	Aumento de la temperatura en los márgenes de los cauces producto de la eliminación de la vegetación
	Suelo	Inestabilidad de los taludes del cauce en zonas de talud natural (tierra) con las pendientes establecidas en el proyecto.
	Agua	Aumento de la presencia de sedimentos en el agua de ríos y canales provenientes de los taludes en tierra de los cauces.
Bióticos	Humedal	Cambio en las áreas de inundación dentro de la zona del refugio
Socioeconómico	Salud	Mejoramiento de la salud de los pobladores
	Población (viviendas)	Disminución de las áreas de inundación en la zona urbana.
	Valor de la tierra	Aumento del valor de la tierra en las zonas donde disminuyen o eliminan las inundaciones.
	Población (peatones)	Mejoramiento de la infraestructura peatonal al construir aceras.



I.5.1 Impactos del ambiente al proyecto

1. Ante eventos extremos de precipitación el proyecto logra disminuir pero no eliminar las inundaciones en el área urbana de Limoncito.
2. Habría una amplificación de las inundaciones durante avenidas regulares y eventos extremos, por cambios en el uso del suelo en la Cuenca del Río Limoncito (especialmente en las partes altas y medias) que aumenten la escorrentía (factores antrópicos).

I.6 Acciones correctivas o de mitigación

Para el diseño:

- a) No realizar obras en el canal Santa Rosa, debido al impacto de la construcción de las obras y las restricciones existentes en el Plan de manejo del Refugio.
- b) Los canales de trasvase y desvío no deben construirse dentro de los límites del Refugio Nacional Mixto de Vida Silvestre Limoncito (RNMVSL). Debido al impacto de la construcción de las obras y las restricciones existentes en el Plan de manejo del Refugio.
- c) El vertedor colocado al inicio del nuevo canal Trasvase de permitir siempre el paso de agua por el río Limoncito, el vertedor solo debe permitir el paso de agua hacia el nuevo canal en eventos extremos. Para no afectar a los ecosistemas acuáticos.
- d) La pendiente de los taludes de los cauces debe tener una relación 3 H: 1 V para garantizar la estabilidad de los taludes y evitar problemas de deslizamientos. En los casos que no sea posible, deben utilizar alguna técnica que permita hacerlos estables con al pendiente de 1 H: 1 V.
- e) Crear e implementar un plan de reordenamiento vial en la zona de Limoncito para que sólo se permita el tránsito en una sola dirección en varias de las calles angostas.
Deben dejarse espacios libres cada 100 metros con 5 y 10 metros de ancho en el material colocado en las márgenes de los canales de Japdeva, Trasvase y Desvío, producto de las excavaciones para ampliarlos o construirlos. Ya que por su condición pueden derrumbarse en caso de que se inunde el área en un evento extremo; estos espacios evitarán la acumulación del agua en esos casos y se evitaría el desarrollo de vectores de enfermedades como la malaria y el dengue.
- f) Incluir en el proyecto, la construcción de un alcantarillado pluvial en la subcuenca de la quebrada Chocolate que conduzca el agua de lluvia hacia una tubería que a su vez conduzca el agua hacia el mar Caribe. Esta obra disminuiría el volumen de agua que actualmente causa las inundaciones en Limoncito y que no son reducidas completamente por las obras propuestas.

Esta infraestructura debe ser complementada con la creación de tanques para retener agua de lluvia (que puede ser descargada posteriormente o utilizada para diversas actividades) en nuevas construcciones de manera obligatoria o en las ya existentes de manera voluntaria; y un control del crecimiento urbano en la cuenca del río Chocolate (esto debe ser regulado en el nuevo Plan Regulador de la ciudad de Limón).

- g) Proteger 13 árboles en la zona urbana, para esto se debe construir una estructura que permita desviar el río y permitir el paso del caudal que trae el río.



- h) Elaboración de un Plan de Manejo de la cuenca del río Limoncito para evitar que cambios en el uso del suelo puedan afectar las condiciones para las que fue diseñado el proyecto y provocar mayores inundaciones.
- i) Construir estructura para permitir un caudal mínimo en el tramo del río Limoncito entre la desviación actual hacia el canal Santa Rosa y la confluencia con la Quebrada Chinita (o Quebrada Sin Nombre).

Para la construcción:

1. Contratación de un regente ambiental.
2. Contratación de un profesional para vigilancia técnica del manejo del material excavado.
3. Contratación de un arqueólogo durante movimientos de suelo.
4. Contratación de un profesional para controlar el proceso de reforestación
5. Colocación de trampas de sedimentos.
6. Monitoreo físico-químico de la calidad del agua.
7. Realización de biomonitoreos.
8. Desarrollo de un plan de reforestación de árboles de 2 a 4 m de altura.
9. Reubicación de biota localmente afectada.
10. Realizar siembra de árboles de las márgenes del río.
11. Siembra de vegetación para disminuir erosión en taludes naturales complementario a la siembra de árboles (Ejm.: zacate vetiver).
12. Protección de montículos de suelo con plástico hasta su revegetación.
13. Revisión y mantenimiento de equipos.
14. Colocación de portones en zonas de acceso a las obras en las zonas cernas al Refugio.
15. Colocación de señalización.
16. Creación de espacios de recreación (1 piscina, 3 ranchos, bancas) y compra de tierras para la construcción de parques para compensar la desaparición de las áreas recreativas en los cauces.
17. Construcción de pérgolas y aceras en las márgenes de los cauces.
18. Educación ambiental e información para la población.
19. Medición de niveles de sonido.
20. Colocación de pantallas para ruido.

I.6.1 Plan de Gestión Ambiental

Dentro del Plan de Gestión Ambiental (PGA) se incluyen los siguientes planes:

- Plan de manejo de residuos.
- Plan monitoreo.
- Plan de contingencias y ante amenazas naturales.
- Plan de restauración y reforestación.
- Plan de obras de mitigación y compensación.
- Plan de seguridad o salud ocupacional.
- Plan de seguimiento y supervisión.
- Plan de capacitación local.
- Plan de comunicación y consulta.
- Plan de los mecanismos de atención de reclamos.



I.6.1.1 Plan de manejo de residuos

Este plan incluye el manejo de residuos sólidos, tanto ordinarios (de la construcción y durante la operación) como especiales (lodos, escombros, restos vegetales) y líquidos (aguas residuales de los baños/duchas, y grasas y aceites).

Se recomienda principalmente lo siguiente:

1. *Residuos sólidos ordinarios*

- Fase construcción
 - Capacitación a los operarios en el manejo responsable de residuos.
 - Uso de recipientes de colores para la separación de los residuos sólidos en la obra.
 - Construcción de "casetillas" (centros de acopio) para los tramos que se vean afectados por la construcción.
- Fase operación
 - Capacitación a la comunidad en el manejo de los residuos sólidos, separación en la fuente y el reciclaje.
 - Dar seguimiento a las "casetillas" como centros de acopio.

2. *Residuos sólidos especiales*

- Manejo de lodos
 - Recomendación: disponerlos en un lecho de secado para su utilización como abono orgánico.
 - En caso de disposición, deberá diseñarse el sitio de disposición y determinar el tratamiento adecuado.
 - Utilizar mantas en las secciones de los ríos o canales para reducir excesiva turbidez en los cuerpos de agua.
- Manejo de escombros
 - Recomendación: reutilizar el material producto de las demoliciones de puentes o infraestructura (vigas y placas de concreto) como material de relleno o sub-base para el nuevo tramo de vía que será trasladado con la Quebrada Chocolate.
 - En caso que no se reutilice, deberá diseñarse una escombrera con sus estudios pertinentes.
- Manejo de restos vegetales (producto de la tala de árboles)
 - Al ser vegetación que se corta en las márgenes de los ríos, la Ley Forestal establece que la directriz debe darla MINAE.

3. *Residuos líquidos*

- Baños y duchas portátiles
 - Velar por el manejo y adecuada disposición de las aguas residuales almacenadas en los tanques de los baños y duchas portátiles.
 - Recomendación: Uso de servicios sanitarios con lavatorio portátiles.
- Grasas y aceites
 - Transporte de combustibles y aceites en recipientes.
 - Mantenimiento de vehículos para evitar fugas de combustibles o aceites.
 - Reparación de vehículos debe realizarse en talleres mecánicos.



I.6.1.2 Plan monitoreo

Este plan incluye el monitoreo de los Sistemas Acuáticos, la Calidad del aire y el Ruido, como complemento a las medidas propuestas en el Plan de obras de Mitigación y Compensación.

1. Sistemas acuáticos y terrestres

- Monitoreo de cantidad de sedimentos.
- Monitoreo de calidad de aguas (parámetros físico-químicos y biológicos). Usar los índices de calidad de aguas y bioindicadores: WQI (Water Quality Index) y el BMWP (Biological Monitoring Working Party) como sistemas de alerta temprana ante efectos deletéreos.
- Realizar 2 muestreos anuales (mayor y menor precipitación).

2. Calidad del aire

- Monitoreo del mantenimiento de los vehículos y maquinaria (revisión técnica vehicular).
- Revisión por parte del Regente Ambiental de las medidas de mitigación para este tema.

3. Ruido

- Monitoreo del mantenimiento de los vehículos y maquinaria (revisión técnica vehicular). Revisar aspectos de ruidos en motores, vibraciones en chasis y acoplados.
- Monitoreo de los niveles de ruido para cada actividad, usando sonómetro. Y llevar registro de las mediciones mediante la boleta de medición.

I.6.1.3 Plan de contingencias ante amenazas naturales.

Este plan incluye aspectos importantes a considerar ante una determinada amenaza natural (inundación, sismo y licuefacción, erosión y deslizamiento) tanto durante la construcción como en la operación del proyecto.

1. Inundación

- El proyecto se concibe como respuesta a un problema de inundación y manejo de escorrentía. Mediante el monitoreo de hietogramas, hidrogramas y los patrones de inundación, es posible crear un sistema de alerta temprana y específica.
- Recomendación: Creación de Plan de Manejo de la Cuenca Alta del Río Limoncito, para evitar cambios en el uso de suelo aguas arriba que incrementen la escorrentía.

2. Sismo y licuefacción

- Diseño de obras sismo-resistente (períodos de retorno de 25 a 50 años).
- Las fundaciones de las estructuras a construir deben contemplar la posibilidad de suelos licuables, movimiento o volcamiento, especialmente las de los puentes.
- En caso de sismo, posterior a éste se debe inspeccionar rigurosamente los cimientos de las estructuras (principalmente puentes) por posibles daños de sismo-licuefacción.



3. *Erosión*

- Las obras de concreto (vertederos y puentes) deben cumplir con espesores de recubrimiento para reducir el deterioro por abrasión del agua.
- Preservación de cobertura vegetal en zonas boscosas.
- Tramos de canales o ríos con una velocidad del flujo mayor a 0,5 m²/s deberán ser sometidos a revegetación.

4. *Deslizamiento*

- Movilizarse fuera de zonas de pendiente.
- Preferiblemente crear pendientes de 1:3.

1.6.1.4 **Plan de restauración y reforestación.**

Este plan propone una serie de medidas a considerar en el proceso de restauración y reforestación, principalmente en el tema de preservación de los ecosistemas.

Estas son las principales medidas:

- Desarrollar proceso de reforestación, con árboles en estado de desarrollo avanzado y de tamaño mediano.
- No sembrar árboles aislados, sino en conjunto con la vegetación, manteniendo poblaciones semejantes a las actuales.
- Sembrar especies recomendadas en la listas del informe por su porte, valor paisajístico y características ecológicas.
- No sembrar especies exóticas, invasivas o aquellas que afecten la composición química del suelo y cambien los hábitats nativos

1.6.1.5 **Plan de obras de mitigación y compensación**

Este plan incluye las obras de mitigación y compensación a realizar tanto para minimizar el impacto en: paisaje, ruido, calidad del aire, sistemas acuáticos y terrestres, y una medida adicional al proyecto que corresponde a la construcción de infraestructura para mantener el caudal ecológico.

1. *Paisaje*

- Habilitación de zonas recreativas aledañas: invertir en equipar áreas recreativas existentes con mobiliario urbano para diferentes grupos etarios.
- Compra de tierras para nuevos espacios públicos: Sitios estratégicos recomendados para compra (ubicados en el Mapa).
- Habilitación de pequeñas porciones de tierra a lo largo del río: al menos 5 espacios de 3m equipados con mobiliario urbano para descanso y recreación.
- Implementación de pérgolas con vegetación a la orilla del río: colocación de pérgolas cubiertas con vegetación y acera, en espacios mayores a 3m. Para aportar sombra.
- Implementación de mecanismos de educación ambiental: programa de capacitación ambiental a la población vecina de la zona.

2. *Ruido*

- Señalización de área de trabajo.



- Trazado de rutas para el movimiento de camiones y maquinaria (evitando el paso por áreas residenciales).
- Uso de silenciadores en máquinas y vehículos.
- Cumplir horario diurno (6:00am a 8:00pm) para las obras de construcción. Y no más de 8 horas de trabajo por trabajador.
- Cumplir con los Límites permitidos para los niveles de ruido según el "Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido, Decreto N°28718-S".
- Colocación de pantallas antirruído para los casos en que existan viviendas a menos de 10m del área de trabajo de la fase constructiva.

3. Calidad del aire

- Contaminación por partículas y polvo.
 - Uso de mantedado bien sellado para las tolvas de los vehículos que transportan material.
 - En época seca humedecimiento de material para reducir el polvo por acción del viento, y reducción de la velocidad de conducción de los vehículos por calles de lastre.
 - Complementario: Colocación de pantallas anti ruido para los casos en que existan viviendas a menos de 10m del área de trabajo de la fase constructiva.
- Contaminación por gases provenientes de motores de combustión interna.
 - Delimitación del área de trabajo.
 - Mantenimiento adecuado de los vehículos (revisión técnica vehicular al día).
 - Se prohíbe la quema de residuos.

4. Sistemas acuáticos y terrestres

- Trasladar especies de fauna afectada durante el proyecto hacia hábitats similares.
- Recomendación: no talar árboles con características de porte, importancia biológica, valor paisajístico, altura y DAP importantes.
- Conservación de los flujos de agua, semejantes a las condiciones previas a la construcción del proyecto.
- Evitar acumulación de residuos sólidos.
- Restitución de áreas verdes.
- No obstaculizar el desplazamiento de especies migratorias y otros organismos que transitan el agua dulce, zonas estuarinas y costeras.

5. Medida de compensación adicional al proyecto

- Construir una estructura para permitir un caudal mínimo (Ver Sección 4 Marco Jurídico: Caudal ecológico) en el tramo del río Limoncito entre la desviación actual hacia el canal Santa Rosa y la confluencia con la Quebrada Chinita (o Quebrada Sin Nombre).

I.6.1.6 Plan de seguridad o salud ocupacional

Este plan se indica las medidas que deben cumplir tanto los empleadores (empresa constructora), como los trabajadores en el tema de seguridad y salud ocupacional.

Por ejemplo:

- Uso de Equipo de Protección Individual según las actividades que se realicen.
- Señalización adecuada en la obra y vías afectadas.



- Manejo de materiales, maquinaria y equipo en general.
- Vías y salidas para evacuación en caso de emergencia.
- Iluminación e instalaciones eléctricas e hidráulicas seguras.
- Entre otras.

I.6.1.7 Plan de seguimiento y supervisión.

- Su objetivo es verificar que la operación del proyecto se genere dentro de las normas legales, técnicas y ambientales pertinentes, minimizando los impactos y asegurando las buenas relaciones con la comunidad.
- Se deben realizar algunas actividades en paralelo al proyecto con de manera que se garantice el éxito del sistema a largo plazo:
 - Construcción del alcantarillado sanitario y mantenimiento de esta infraestructura en el caso de construirse de manera paralela a este proyecto (como debe serlo).
 - Construcción del alcantarillado pluvial.
 - Aprobación y cumplimiento de la Actualización del Plan de Manejo del Refugio Nacional Mixto de Vida Silvestre Limoncito (RNVSL).
 - Creación, actualización y cumplimiento de Plan Regulador de Limón.

Instancias para el seguimiento y supervisión (etapa de operación)

- Creación de una comisión integral conformada por representantes de distintas entidades, la cual no estará destinada a la resolución de inconformidades, sino a direccionar el accionar de las diferentes entidades competentes en conjunto con la comunidad.
- Constará de representantes de:
 - Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento (SENARA)
 - Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)
 - Municipalidad de Limón
 - Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA)
 - Proyecto Limón Ciudad Puerto
 - Comunidad
 - Junta de Administración Portuaria y Desarrollo Económica de la Vertiente Atlántica (JAPDEVA)
 - Ministerio de Salud (MINSa)
 - * Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA).

*Este en caso de que el alcantarillado sanitario se construya de manera paralela al proyecto.

- Esta comisión deberá actuar en coordinación con los encargados de la ejecución del Plan de Capacitación Local en cuanto a aspectos de educación ambiental a la comunidad.

I.6.1.8 Plan de capacitación local

- Objetivos son:
 - Generar un espacio para el conocimiento de las personas habitantes del Área de Impacto Directa (AID) respecto al proyecto en sus etapas constructiva y operativa.



- Capacitar a las personas habitantes del AID en el seguimiento del proyecto durante sus etapas de ejecución, así como en el monitoreo de inundaciones que puedan afectar a las viviendas posteriormente.
- Educar a la población en temas ambientales (aprovechamiento del humedal y en el manejo y aprovechamiento de los desechos sólidos).

- Fases:

Capacitación de la población en seguimiento del proyecto:

1. Identificación del público meta.
2. Presentación del proyecto por parte de SENARA y la empresa constructora.
3. Capacitación a los habitantes del AID mediante talleres con certificado de participación.
4. Evaluación del Plan de Capacitación Local.

Educación de la población en temas ambientales:

1. Identificación del público meta.
2. Cursos y talleres de capacitación para el manejo y aprovechamiento de los desechos sólidos con certificados de participación.
3. Evaluación de los cambios en las acciones de la población.

- Áreas de acción:

- Capacitación
- Seguimiento
- Monitoreo

I.6.1.9 Plan de comunicación y consulta.

- Objetivos:

- Establecer un proceso de divulgación, consulta y participación entre las personas habitantes del Área de Impacto Directa (AID), la empresa constructora y el Senara sobre el proyecto.
- Informar a la población del AID sobre las condiciones de seguridad y salud en que se llevará a cabo el proyecto constructivo en sus diferentes etapas, lo que posibilita la participación de la población en el seguimiento y monitoreo del proceso.

- Fases:

1. Identificación del público meta.
2. Determinar las actividades para lograr los objetivos.
3. Evaluación del Plan de Consulta.

- Áreas de acción:

- Comunicación
- Consulta

I.6.1.10 Plan de los mecanismos de atención de reclamos.

Este Plan es un mecanismo a través del cual se pretende brindar un canal de comunicación entre los particulares beneficiados o afectados por el proyecto y las entidades a cargo de la ejecución y supervisión de las obras que se realicen como parte de la ejecución de las obras del sistema de control de inundaciones.

Incluye el proceso para la atención a reclamos.



II. INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta el Informe Final del Estudio de Impacto Ambiental (EslA) del proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en el área de Limoncito", de conformidad con la propuesta de diseño de la Red de Cauces de Drenaje elaborada por la UTE SENARA para la atención del Sub componente Control de Inundaciones en el Área de Limoncito del Proyecto Limón Ciudad Puerto, de acuerdo a lo estipulado en la Ley 8725; cuyo objetivo principal es reducir el efecto de las inundaciones en la cuenca baja del Río Limoncito mediante la implementación de medidas estructurales y no estructurales.

Las razones que fundamentan esta intervención y que a la vez han originado la problemática de las inundaciones en estos sectores son principalmente un asentamiento poblacional no controlado, la construcción de obras de relleno para combatir la inundación, el estrechamiento de cauces por construcción de viviendas en las márgenes de ríos y quebradas, la construcción de puentes en salidas de cauces que limitan el flujo, la construcción de RN-36-Cieneguita–Westfalia y la construcción del aeropuerto de Limón, el cual se ha constituido en una dique que limita la descarga natural de las aguas al mar. El EslA tenía como objetivos específicos:

- Desarrollar las actividades y estudios necesarios para elaborar el Estudio de Impacto Ambiental requerido con base en el contenido temático establecido en el decreto N° 32966-MINAE, documento que forma parte de los términos de referencia.
- Realizar un análisis de la propuesta de diseño planteada por la UTE-SENARA para valorar su impacto ambiental y social.
- Efectuar una descripción de los medios físico, biótico y socioeconómico del área de influencia directa e indirecta del proyecto.
- Identificar, describir y evaluar los impactos ambientales positivos y negativos que se pronostica causaran las actividades del proyecto
- Valorar los impactos identificados, positivos y negativos, generados por el desarrollo del proyecto.
- Realizar análisis de riesgo y vulnerabilidad ambiental. Tomando en cuenta los aspectos hidrológicos (avenidas regulares y extremas), geológicos (fallas), hidro-meteorológicos (huracanes, temporales), hidrogeología, suelos, otros.
- Identificar impactos de carácter acumulativo. Realizar una sección sobre medidas de mitigación correspondientes a estos impactos.
- Identificar y caracterizar las áreas ambientalmente frágiles dentro del área del proyecto y de influencia. Entre estas las áreas de ríos, quebradas, humedales y áreas protegidas que podrán afectarse con la construcción de las obras. Aplicar las políticas de salvaguarda del Banco Mundial.
- Diseñar y proponer las medidas de mitigación y compensación socio ambientales relacionadas con los impactos ambientales y sociales que permitan mitigar los impactos evidenciar una mejora sustantiva de las condiciones socio ambientales en el área de influencia directa del proyecto.
- Dentro de estas medidas del PGA se deben proponer obras concretas comunitarias para embellecimiento y esparcimiento de los pobladores de manera



- tal que puedan ser consideradas en la etapa final de diseño y estimación de costos de las obras finales.
- Evaluar las opciones técnicas del proyecto a fin de determinar si son las ambiental y socialmente más viables. Estas valoraciones deberán ser realizadas de manera coordinada con el comité técnico de seguimiento conformado por personal del SENARA- la UCP y La SETENA.
 - Proponer y diseñar los planes del PGA, entre estos manejo de desechos, salud ocupacional, plan de comunicación y consulta, plan de los mecanismos de atención de reclamos, plan de restauración y reforestación, plan monitoreo, plan de contingencia, entre otros, con el fin de atender los impactos generados por el proyecto en la etapa constructiva y operativa. Además la implementación de un programa de educación ambiental de mediano y largo plazo que le de sostenibilidad al proyecto.

Este proyecto se realizó en el transcurso del año 2013 y siguió los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia entregados por UTE SENARA, y el Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación del Impacto Ambiental de Secretaría Técnica Nacional (SETENA). Participaron gran cantidad de profesionales de diversas carreras como: Planificación Urbana, Ingeniería Civil, Biología, Arquitectura, Economía, Derecho, Geología, Hidrogeología, Antropología y Arqueología.

El informe se divide en varios capítulos: Información General, Descripción del Proyecto, Descripción de la Normativa Legal, Línea Base, Impacto Ambiental, Pronóstico – Plan de Gestión Ambiental, Programa de Educación Ambiental; Especificaciones Técnicas, Análisis Financiero y Económico; Calidad Ambiental del AP y el Área de Influencia Biofísica y Social; y Referencias Bibliográficas.

Cada uno de estos se divide en varias secciones. En el caso que éstas sean muy extensas, se presenta un resumen en este informe y se manera completa en el informe de Anexos.

III. INFORMACIÓN GENERAL

Este capítulo está conformado por tres secciones que se presentan a continuación: III.1 Información sobre la persona física o jurídica, III.2 Información sobre el equipo profesional que elaboró el estudio de impacto ambiental y III.3 Términos de referencia del estudio de impacto ambiental.

RELACIÓN FUNDEVI - ProDUS

La Fundación de la Universidad de Costa Rica para la Investigación (FUNDEVI), nace como ente privado de utilidad pública y sin fines de lucro; de conformidad con la Ley de Fundaciones No 5338 y **con el objeto de apoyar a la Universidad de Costa Rica a realizar actividades de investigación y prestación de servicios científicos y tecnológicos.**

Por tratarse de una Fundación creada para servir a la Universidad de Costa Rica, sus actividades están debidamente respaldadas por un Convenio de Cooperación con dicha entidad, que establece una serie de mecanismos de operación y de rendición de cuentas, así como los Lineamientos de Vinculación Remunerada con el Sector Externo; donde se establece a FUNDEVI para la administración de los recursos de los proyectos de vinculación remunerada con el sector externo por parte de la UCR.

En este sentido, la Fundación se enmarca como **mecanismo de la Universidad de Costa Rica para la gestión administrativa, financiera y legal de los proyectos y actividades de las diferentes unidades universitarias; es decir, facilita el proceso de vinculación de las unidades operativas universitarias con el sector externo.** Por su parte, son las propias unidades operativas de la Universidad de Costa Rica quienes desarrollan y ejecutan las actividades y proyectos específicos que han sido contratados, al tanto que FUNDEVI, se encarga de realizar las gestiones necesarias para el desarrollo ágil de esos proyectos.

El Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible (ProDUS), se constituye como una Unidad Operativa adscrita a la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, de manera que para la contratación que nos ocupa, FUNDEVI; quien cuenta con personalidad jurídica y capacidad para contraer obligaciones y de conformidad con lo antes expuesto, es quien representa, suscribe y gestiona la eventual contratación, mientras que ProDUS, funge como la unidad ejecutora del proyecto, de acuerdo con la propuesta técnica y bajo la estricta vigilancia tanto de la Fundación como de la Universidad de Costa Rica a través de la Vicerrectoría de Investigación.

De esta manera, se genera una vinculación externa, mediante la cual ProDUS-UCR como una de las Unidades Académica de la Universidad de Costa Rica, ofrece a las distintas entidades sus servicios de alta calidad a través de FUNDEVI, que es el mecanismo legal previsto para ello; mecanismo ya ha sido utilizado para relaciones contractuales anteriores entre FUNDECOOPERACIÓN y la FUNDEVI para la ejecución de actividades a través del ProDUS-UCR.

REPUBLICA DE COSTA RICA
Tribunal Supremo de Elecciones
Cédula de Identidad

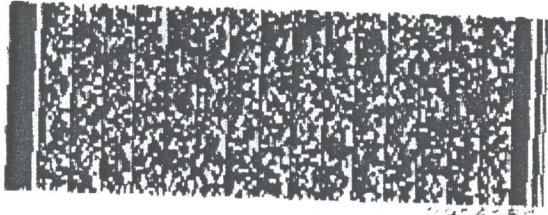
1 0482 0637



Roberto Guillen

Nombre: **ROBERTO FRANCISCO**
P. Apellido: **GUILLEN**
2º Apellido: **PACHECO**
CC:

Número de Cédula: 1 0482 0637
Fecha de Nacimiento: 06 08 1967
Dirección Electoral: CALLE BLANCOS GONZALEZ SAN JOSE
Lugar de Nac.: CAROLLEPE CANTON SAN JOSE
Vencimiento: 29 01 2016 Sexo: M



REGISTRO DE PERSONAS JURIDICAS CEDULA DE PERSONA JURIDICA

-*3-006-101757*-

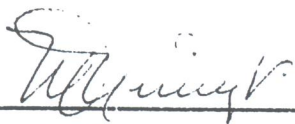
FUNDACION DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA PARA LA INVESTIGACION

-*16/02/2006*-

-*16/02/2016*-

-* EMITIDA *-

-* V E N C E *-



FIRMA DEL FUNCIONARIO RESPONSABLE

904

SELLO



ADVERTENCIA: ESTE DOCUMENTO NO DEMUESTRA LA VIGENCIA DE LA PERSONERIA, NI DE LA INSCRIPCION DE LA ENTIDAD

MIGUEL CHACÓN ALVARADO

NOTARIO PÚBLICO

CERTIFICA:

#792-2013-28777683

QUE: A) Con vista en el Registro Público, Sección Personas, al tomo noventa y uno, folio ciento cincuenta y ocho y asiento doscientos veintiséis, se encuentra debidamente inscrita la FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA PARA LA INVESTIGACIÓN (FUNDEVI), con domicilio en San Pedro de Montes de Oca, de la Fuente de la Hispanidad cien metros Este y doscientos metros Norte, con cédula jurídica tres-cero cero seis-ciento un mil setecientos cincuenta y siete, desde el día cuatro de agosto de mil novecientos ochenta y ocho. B) De acuerdo con el artículo primero de la Ley de Fundaciones, FUNDEVI es un ente privado sin fines de lucro, debidamente inscrita en el Registro de Fundaciones. C) Que el señor Roberto Guillén Pacheco, mayor, casado una vez, Administrador Público, vecino de Montelimar de Goicoechea, cédula uno-cuatrocientos ochenta y dos-seiscientos treinta y siete, es el Delegado Ejecutivo de FUNDEVI y ostenta las facultades de apoderado general sin límite de suma, según consta en el Registro Público, Sección Personas, al tomo dos mil doce, asiento doscientos veinticinco cero veinte del Sistema Computarizado del Registro de Personas. El Delegado Ejecutivo tiene la potestad de otorgar poderes especiales, de conformidad con el artículo mil doscientos cincuenta y cinco del Código Civil. D) El suscrito Notario da fe y hace constar que la personería anterior se encuentra vigente al día de hoy. E) Que FUNDEVI no tiene cuotas ni acciones en virtud de su naturaleza jurídica. Además hago constar y doy fe de que la información anterior está certificada en lo conducente y lo omitido no altera, ni condiciona, ni restringe, ni modifica, ni desvirtúa lo transcrito. Expiro la presente certificación a solicitud de la FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA PARA LA INVESTIGACIÓN, de conformidad con los artículos setenta y siete y ciento diez del Código Notarial, en San Pedro de Montes de Oca, a las once horas con treinta minutos del día dos de diciembre del año dos mil trece. Es todo, expido la presente certificación a solicitud del interesado, para fines judiciales o administrativos en lo conducente. El suscrito Notario da fe y hace constar que lo omitido no modifica, altera, condiciona, restringe ni desvirtúa lo transcrito. Todo de conformidad con lo que establecen los artículos siete y ciento veinte del Código Notarial. Se agregan y cancelan los timbres de ley.





ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO
SISTEMA DE CONTROL DE INUNDACIONES EN EL ÁREA DE LIMONCITO
PROPIETARIO
GOBIERNO DE COSTA RICA
CONSULTORES DEL ESTUDIO

M.Sc. Biología Rafael Acuña
Castillo

Ph.D. Biología Marina y Pesquería
Helena Molina Ureña
CI-010-96

M.Sc. Biología Marco Retana
López
CI-137-00

M.Sc. Hidrogeología Héctor
Zúñiga Mora
CI-142-03

Ph.D. Arqueología Tatiana Hidalgo
Orozco
CI-160-96

Lic. Biología Bernald Pacheco
Chaves
CI-214-08
Laboratorio de Biomonitorio
Acuático
AquaBioLab S.A.

Ph.D. Ingeniería Marítima
Georges Govaere Vicarioli
CI-207-07

Lic. Antropología Social Paola
Salazar Arce
CI-330-12

Lic. Antropología Social Claudia
López Oviedo
CI-331-12

Lic. Derecho Daniela Ávila
Bolaños
CI-314-12

Arq. Karla Barrantes Sánchez
CI-316-12

Ing. Civil Roger Mesén Leal
CI-323-12

M.Eng. Rafael Oreamuno Vega
CI-151-96

Ing. Civil Luis Zamora González
Coordinador
CI-332-12

Lic. Economía Leonardo Sánchez
Hernández
CI-313-12

Ph.D. Planificación Urbana Rosendo
Pujol Mesalles
Director
CI-322-12



Equipo Complementario

Ingeniería Civil

Ph.D. Alberto Serrano Pacheco
Ing. Eduardo Rodríguez Calderón
Ing. Raily Solano Ramírez
Ing. Eduardo Vega Díaz

Geología

Bach. Jason Borbón Rivera

Asistentes

Ingeniería Civil

Yeic Carvajal Ramos
Matt Rodríguez González
Esteban Bejarano Salazar
Marco Leiva López
Héctor Monterroso Cardona
María José Jiménez Alvarado

Economía

Marcos Castillo Bastos
Fernanda Chacón Mata
Ricardo Murillo Rapso
Administración de Empresas
Ricardo Meoño Zamora

Derecho

Adolfo Gell Loría

Antropología

Jessica Álvarez López

Psicología

Karen Mora Hernández

Trabajo Social

Maricé Miranda Zúñiga



3. TÉRMINOS DE REFERENCIA

Un resumen de los Términos de Referencia utilizados para la realización de este informe se presenta en el Anexo 1.



IV. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

SECCIÓN 1. Aspectos Generales

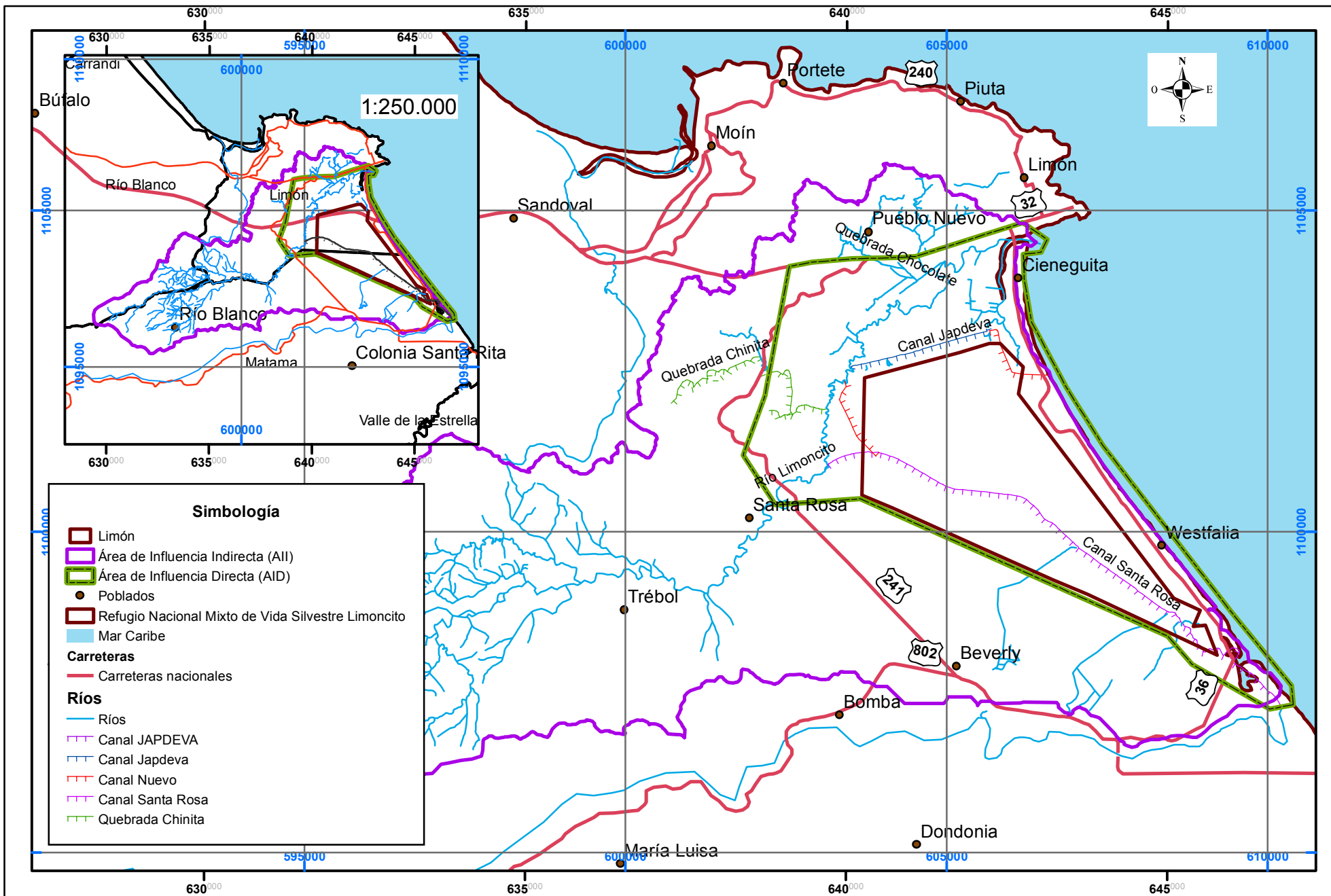
1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La cuenca del río Limoncito se ubica en la provincia de Limón, en los distritos de Limón, Matama y Río Blanco, estos distritos se encuentran en el cantón Limón. Esta colinda al norte con la cuenca del río Blanco, al sur con la cuenca del río Banano, al este con el Mar Caribe y al oeste con la cuenca del río Blanco.

La parte alta de la cuenca se encuentra al suroeste, es una zona que presenta bosques y pastos en su mayoría. La parte baja de la cuenca se ubica al sur de la ciudad de Limón. Las intervenciones en los cauces se realizarán en la parte baja, pues debido a la topografía plana de la zona, es común que se produzcan inundaciones.

Al este de la zona de estudio se encuentra en Refugio Nacional Mixto de Vida Silvestre El Limoncito (RNMVSL), el cual ocupa el 13.4 por ciento del área de la cuenca, este colinda al este con la ruta 36. En el Mapa 1.1 se muestra la ubicación del área de estudio.

El proyecto se encuentra entre las siguientes coordenadas (CRTM 05): 602000 a 610000 longitud oeste y de 1097000 a 1104000 latitud norte. Estas coordenadas en geográficas son: 83°03'44" a 82°59'46" longitud oeste y 9°55'26" a 9°59'10" latitud norte.



Mapa 1.1. Mapa de ubicación del área de estudio

Estudio de impacto ambiental del proyecto
"Sistema de Control de Inundaciones en
la cuenca baja del río Limoncito"

Coordenadas CRTM05
(Lambert Norte se indican en negro)

Escala 1:80.000
1 0,5 0 1
Kilómetros

Fuente: Hojas 1:50000 del IGN, Atlas ITCR 2008
ProDUS, 2013.





1.2 UBICACIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA

La ubicación política administrativa del área de estudio se encuentra dentro de la provincia de Limón, en el cantón de Limón, en los distritos de Limón, Matama y río Blanco.

La zona alta de la cuenca se encuentra entre los distritos de Matama y río Blanco, sin embargo los mayores problemas de inundaciones se presentan en la zona urbana del distrito de Limón. Es por este motivo que la mayoría de las obras en el cauce del río se presentan en este distrito.

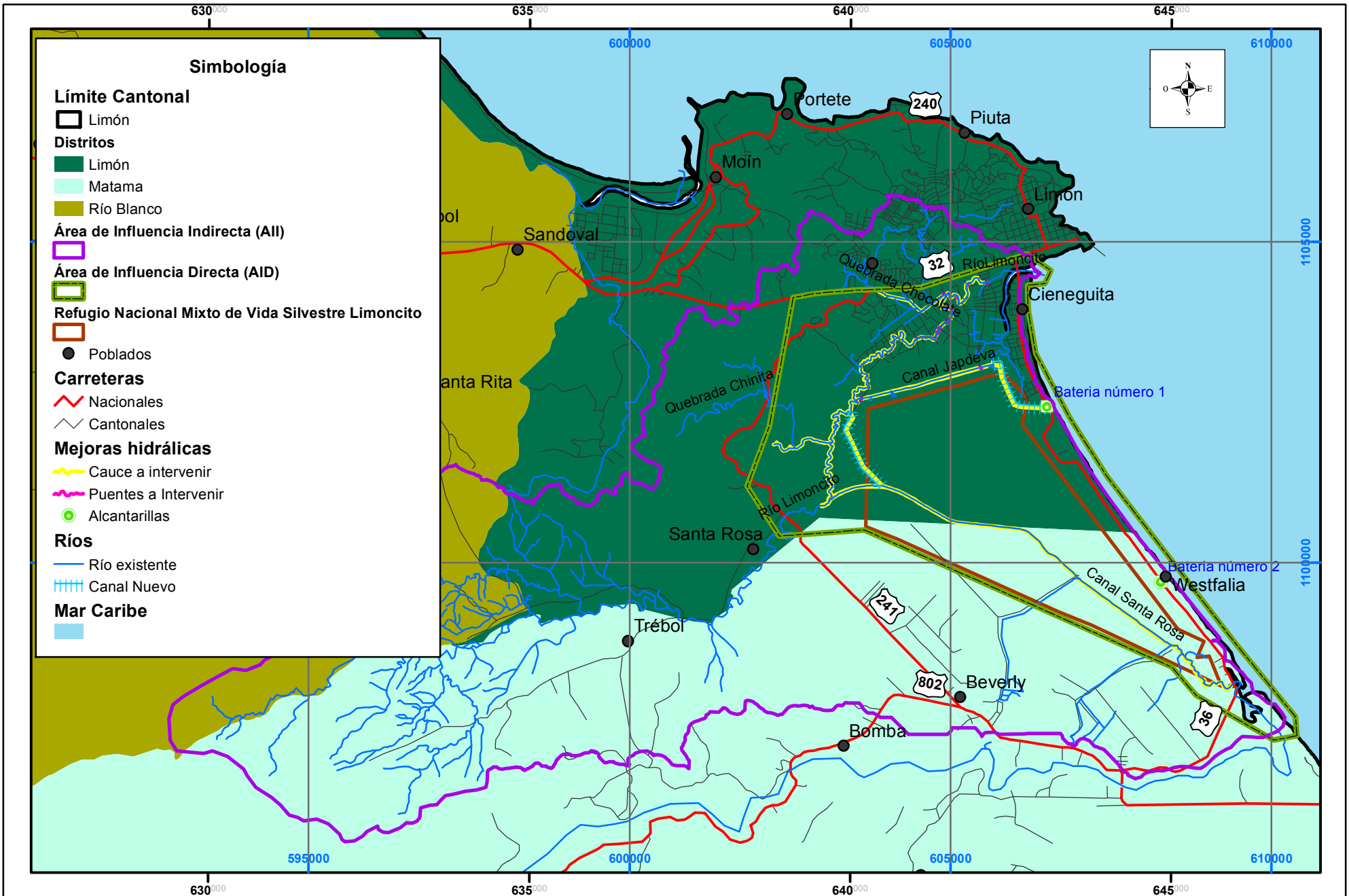
En el cuadro 1.2.1 se muestran los porcentajes del área de la cuenca dentro de cada distrito.

Cuadro 1.2.1 Distribución por cantón del área de estudio

Cantón	Área (km ²)	(%)
Matama	40,2	49,4
Limón	33,5	41,2
Río Blanco	7,6	9,3
Total	81,3	

Dentro de las carreteras que se verán intervenidas parcialmente con las construcciones del proyecto en sus intersecciones con los cauces se incluye la Ruta 36 a la altura del puente de Westfalia y en las cercanías del Aeropuerto, donde se construirán la alcantarilla de salida de un canal de Desvío y una segunda alcantarilla más hacia el sur que facilitará el drenaje de la zona del humedal. Las obras en estos puntos requerirán de la coordinación con el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Los puentes y el resto de carreteras afectadas por el proyecto están dentro de la red cantonal.

En cuanto a la remoción de árboles y reubicación de fauna, la coordinación sería con el MINAE.



Mapa 1.2-1. Mapa político administrativo

Estudio de impacto ambiental del proyecto
"Sistema de Control de Inundaciones en
el área de Limoncito"

Coordenadas CRTM05
(Lambert Norte se indican en negro)

Escala 1:80.000

1 0,5 0 1
Kilómetros

Fuente: IGN, SENARA, 2012. ProDUS, 2013.





1.3 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

Parte de la ciudad de Limón se encuentra en la parte baja de la cuenca del río Limoncito, esta zona frecuentemente se ve afectada por inundaciones. Parte de la ciudad de Limón se construyó sobre una zona que fue rellena con los materiales que se obtuvieron de la excavación que se realizó para la construir el muelle de Limón y algunos ramales del ferrocarril; los primeros asentamientos fueron Cieneguita y Barrio Roosevelt (SENARA, 2012). Estas zonas eran áreas pantanosas e inundables.

Además el plan regulador actual de Limón no toma en cuenta el riesgo al que está sometida la población que se encuentra en la zona de inundación. La zona que se inunda está clasificada por el mapa de zonificación como Residencial media; esto demuestra que la zona no tiene ninguna limitación para construir viviendas, por el contrario permite que la zona se densifique.

Debido a lo anterior, surgió la necesidad de construir obras que disminuyan el impacto que las avenidas de caudal generan sobre la población y la infraestructura de la zona. En la actualidad es común observar el desbordamiento de los ríos en la parte baja de la cuenca, específicamente en barrios como el Ceibón, Limoncito, Envaco y Quinto; para corroborar la distribución de las áreas de inundación se realizó una simulación de la distribución del flujo ante condiciones extremas de precipitación, la cual comprueba que la sección hidráulica actual de los cauces no es suficiente para transportar los caudales que se generan durante estos eventos. La Comisión Nacional de Emergencias (CNE) realizó el Mapa de amenazas naturales del cantón Limón y la empresa consultora Servicios de Consultoría Ambiental para América Latina (SCAAL) realizó un mapa de la zonas de inundación en la cuenca baja del río Limoncito. En el mapa 1.3.1 se muestran las zonas de inundación establecidas por la CNE (2003) y por SCAAL (2006), estos sin duda reflejan la problemática de la zona.

Para disminuir la frecuencia de las inundaciones que afectan el área urbana se aumentarán algunas secciones del cauce del río Limoncito, quebrada Chocolate, quebrada Sin Nombre, canal Japdeva y canal Santa Rosa, además se construirán dos canales nuevos para disminuir el volumen de agua que llega a sector urbano de la ciudad de Limón, estos canales desviarán las aguas hacia el canal Santa Rosa.

Además de la evidencia que reflejan estas áreas de inundación mostradas en el mapa 1.3.1, es común observar noticias sobre inundaciones en esta zona. El 13 de mayo del 2013 se presenta una noticia en el Diario Extra donde se muestran fotografías de los problemas que se generan en esta comunidad cuando se presentan lluvias fuertes. En la figura 1.3.1 se observa la realidad que viven los habitantes de esta zona por lo que es muy importante realizar el proyecto mejorar las condiciones de vida de esta población.



Figura 1.3.1 Inundación por desbordamiento de ríos en barrio Envaco.
Fuente: <http://www.diarioextra.com>

1.3.1 Ampliación de cauces y construcción de canales

Hoy en día los cauces de los ríos y quebradas no poseen la sección hidráulica necesaria para transportar todo el caudal que se genera cuando se dan fuertes precipitaciones. Los cauces serán ampliados para obtener una sección con la capacidad hidráulica requerida para poder trasladar los caudales asociados a distintos periodos de retorno. En algunos tramos a los taludes del cauce se le dará la pendiente necesaria para que se establezcan naturalmente, esto se hará en los sectores donde haya espacio en las márgenes del cauce para poder desarrollar el ángulo del talud necesario. Cuando no exista el espacio necesario para que la inclinación del talud sea la necesaria para estabilizarse naturalmente, se colocarán bloques de concreto articulados para aumentar la pendiente del talud a 60 grados. En los sectores de los cauces donde por razones de espacio no se pueda inclinar el talud se colocarán tablestacas; Estas se utilizarán principalmente en el área urbana, pues existen sectores en los que las viviendas están muy cerca del cauce, inclusive dentro de la zona de protección del río, en otros sectores la carretera es la que limita el espacio disponible para inclinar el talud, por esto no es posible inclinar el talud del río y se deben colocar tablestacas.

Para disminuir el caudal que llega a la zona urbana se construirán dos canales. El primer canal estará ubicado después de la intersección de la quebrada Sin Nombre (Chinita) con el río Limoncito, este canal tiene como objetivo trasladar al canal Santa Rosa parte del caudal que le aporta la quebrada Sin Nombre (Chinita) al río Limoncito. El otro canal se construirá al final del canal Japdeva, el objetivo de este canal es disminuir el caudal que llega al estero Cieneguita.

1.3.2 Construcción de obras complementarias

Al modificar la sección del cauce se afectarán algunos puentes de acceso a viviendas que se encuentran sobre la quebrada Chocolate y otros sobre las carreteras cantonales. Los



puentes que sean demolidos serán construidos nuevamente. También se construirán vertedores para distribuir los caudales de la manera adecuada. Para drenar el exceso de precipitación que llega al humedal se construirán dos baterías de alcantarillas. Además se construirán los puentes vehiculares donde las rutas intersequen los cauces y canales.

1.3.3 Estudio de Impacto ambiental

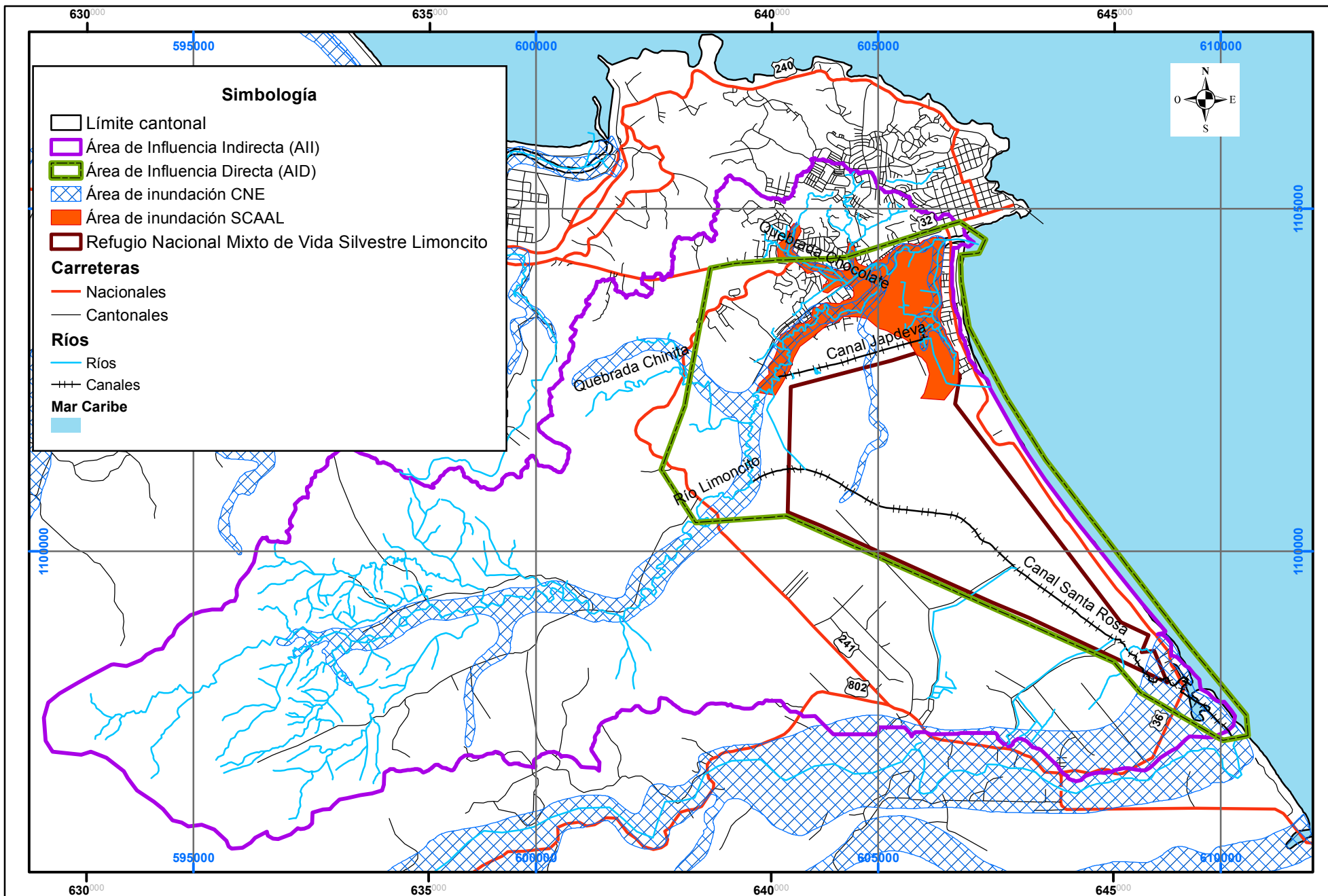
Con la construcción de las obras se disminuirá la frecuencia de las inundaciones en la zona urbana, lo que generará un impacto positivo en la población. Sin embargo al construir las obras se generará un impacto en el ambiente.

Se cortarán prácticamente todos árboles ubicados en las márgenes de los ríos donde se modificará la sección hidráulica, ya que para ampliar el cauce al ancho adecuado es necesario eliminar los obstáculos que se encuentren en las márgenes del cauce, además en el proceso constructivo será necesario cortar los árboles que impidan el trabajo de la maquinaria.

El Estudio de Impacto Ambiental evaluará la afectación que pueda tener el área de estudio por las nuevas condiciones que imponga el proyecto. Este posible cambio se estudiará mediante la modelación las avenidas de caudal que ocurran para los distintos periodos de retorno. Además se estudiará la condición en época seca, pues se podría generar una sequía por modificar los patrones de drenaje actuales. Se analizarán todos los impactos que esto pueda traer, tanto a las personas que viven en los bordes del humedal como los distintos ecosistemas que se desarrollen en el refugio.

Al modificar los cauces se cambiarán las condiciones de los ecosistemas existentes en el río, por lo que el estudio de impacto evaluará estos impactos y se buscarán medidas para mitigar las afectaciones.

El estudio de impacto ambiental estudia los impactos sociales y ambientales que generará el proyecto en toda su área de influencia. Una vez identificados los impactos negativos se busca la forma de mitigarlos y además se buscarán opciones de compensación si los daños a terceros son importantes.



Mapa 1.3.1. Comparación entre zonas de inundación de la CNE y SCAAL

Estudio de impacto ambiental del proyecto
 "Sistema de Control de Inundaciones en la
 cuenca baja del río Limoncito"

Coordenadas CRTM05
 (Lambert Norte se indican en negro)

Escala 1:75.000
 1 0,5 0 1
 Kilómetros

Fuente: IGN, Cartografía 1:50 000; SCAAL, 2006;
 CNE, 2003; ProDUS, 2013





1.4 CONCORDANCIA DEL PROYECTO CON LOS PLANES DE USO DE LA TIERRA

El proyecto será construido en zonas que están sujetas a distintas regulaciones. En la parte urbana la regulación vigente es el Plan Regulador de Limón, el cual brinda los lineamientos a seguir para construir en esta área. En el Refugio Nacional Mixto de Vida Silvestre Limoncito (RNMVSL), la regulación que rige es la Actualización del Plan de Manejo Ambiental RNMVSL. Debido a que se modificarán los cauces de los ríos también es necesario estudiar lo que estipula la ley Forestal.

1.4.1 Plan regulador del cantón Limón

El Plan Regulador del cantón Limón, clasifica en su mapa de zonificación las zonas que actualmente se inundan como Zona Residencial Media, la cual no tiene lineamientos constructivos especiales, lo que refleja que el problema de las inundaciones no se tomó en cuenta a la hora de realizar el plan regulador. El proyecto viene a disminuir el impacto que provocan las inundaciones en esta zona, y por ende a mejorar la calidad de vida de los pobladores.

El plan regulador en su mapa de zonificación establece el cauce dentro de la zona de protección de ríos, según el plan en esta zona se permiten los usos establecidos por el MINAE.

1.4.2 Actualización del Plan de Manejo Ambiental del Refugio Nacional Mixto de Vida Silvestre "El Limoncito"

Dentro de las obras a construir existe infraestructura que se desarrollará dentro del RNMVSL por lo que se debe analizar si este reglamento permite la construcción de canales.

El canal Santa Rosa y la zona donde se desarrollara el nuevo canal Desvío, al final del canal Japdeva están dentro de las zonas de manejo tipo I y tipo II, esto se puede ver en el mapa 1.4.1. En ambas zonas no está permitida la construcción de canales. En el Plan de Manejo Ambiental dice textualmente:

"En la Actualización del Plan de Manejo del RNVSL se definen cuatro zonas de manejo dentro y fuera de este (para esta última se dan recomendaciones por su localización):

Zona de Manejo I (el Bosque Anegado Mixto): áreas pantanosas sujetas a las inundaciones, delimitadas por los remanentes de bosques anegados de palma y de cativo y otras especies asociadas. Esta zona está dividida en dos grandes áreas dentro del Refugio; La zona del sureste es mucho más inaccesible y está inundada la mayor parte del año. El área del noreste es más vulnerable y está mucho más expuesta al avance de la frontera agrícola, la colonización espontánea, la cacería ilegal y otras amenazas provenientes de las áreas urbanas cercanas. El objetivo primordial sería la conservación y protección absoluta de los recursos y de los procesos naturales del humedal.

Zona de Manejo II (zona de pastos con árboles y cultivo de banano): sectores ubicados dentro de los límites del refugio que muestran dos categorías de uso del suelo: a) uso intensivo del suelo para producción de banano en dos secciones (que forman parte



de la empresa BANDECO en el sector de Beverly y Filadelfia Norte) y b) zona extensa anegadiza de pastos con arbustos y árboles aislados que atraviesa el área central del RNVSL hasta la línea costera. En esta zona deben fomentarse actividades de ecoturismo, reforestación y de recuperación de la cobertura vegetal.

Zona de Manejo III: comprende dos asentamientos, el primero se ubica al norte del refugio, en una pequeña área ubicada en las cercanías del poblado Los Lirios y corresponde a un grupo de parceleros de San Luis, en dicho sector presenta un uso del suelo con agricultura de subsistencia, sobre terrenos sujetos a inundaciones periódicas anuales. El segundo se ubica al oeste del RNVSL y corresponde al asentamiento campesino Los Calufas, en donde el uso del suelo consiste en agricultura de subsistencia y comercial a baja escala. Eventualmente se debe incluir en esta zona a la comunidad de Zancudo que está ubicada hacia el este del asentamiento Calufa dentro del Refugio. Es necesario empoderarlos con funciones y roles que incluyan la creación de nuevos COVIRENAS en ambas comunidades, la participación en el programa de ecoturismo y en general ofrecerles oportunidades para el desarrollo de actividades de uso del suelo compatibles con el humedal.

Zona de Manejo IV (Comunidades aledañas y Compañía Bananera BANDECO): comprende una franja fuera de los límites del humedal ubicada principalmente por el costado oeste y noroeste del Refugio donde existe una gran presión demográfica de todos los poblados y barrios periféricos. La zona se caracteriza por estar altamente deforestada y fragmentada por la presencia de caminos, asentamientos, vías férreas antiguas, cultivos de banano, otros frutales y numerosas viviendas rurales".

Y en estas se señala:

Zona de manejo I:

Sólo se permiten actividades de ecoturismo (la observación de vida silvestre, interpretación y educación ambiental) y de investigación y monitoreo del ecosistema, la flora y la fauna. En el caso de construirse senderos, estos deben ser aéreos (por lo menos 70 cm sobre el terreno) construidos en madera y con un ancho de 1.20 m. No se podrán realizar ningún tipo de infraestructuras; ni extracciones de tierra, minerales o cualquier otro material. No se podrán construir caminos de acceso, ni la construcción de canales de drenaje ni el desecado de tierras.

Zona de manejo II:

Deben fomentarse actividades de reforestación y de recuperación de la cobertura vegetal, y las permitidas en la Zona de manejo I. No se permite el aprovechamiento forestal bajo ninguna modalidad. No se podrán realizar ningún tipo de infraestructuras; ni extracciones de tierra, minerales o cualquier otro material. No se podrán construir caminos de acceso a la zona de manejo I, ni la construcción de canales de drenaje ni el desecado de tierras.

Zona de manejo III:

Se permiten actividades ecoturísticas de bajo impacto y las permitidas en la Zona de manejo I, además de actividades agrícolas extensivas de subsistencia con policultivos. Las actividades pecuarias deben ser realizadas con confinamiento. La pesca de subsistencia o recreativa debe hacerse con cuerda. Las actividades agrícolas deben



realizarse tratando de emplear la menor cantidad posible de agroquímicos, o bien con prácticas de agricultura orgánica y conservación de suelos.

Las vías de acceso terrestres deben ser de grava y no deben impedir el flujo de fauna. Las mejoras viales en la periferia del refugio deben contemplar pasos elevados, o subterráneos, naturales o seminaturales, para no interrumpir el paso y movimiento de la fauna.

La navegación se permite utilizando botes pequeños con remos.

El desarrollo de proyectos de reforestación debe basarse con especies nativas de la zona, dicha reforestación debe realizarse empleando varias especies.

Debe evitarse las nuevas construcciones, en caso muy necesario debe ser de tipo habitacional. Las remodelaciones habitacionales deben hacerse con madera, levantarse del suelo por lo menos 50 cm, para evitar inundaciones y poseer solamente un piso. La construcción de tanques sépticos es obligatoria.

Nota: el uso de tanques sépticos requiere de un tratamiento secundario que la calidad de agua, para poder verterla a los ríos (cumpliendo con el Reglamento de Vertido y Reuso de agua Residuales), pues no se podrían percollar por la presencia de niveles freáticos superficial. Para tratar las aguas jabonosas se podrían utilizar biojardineras y para tratar las aguas negras se recomiendan los sanitarios secos (implica la separación de las heces de la orina) con el fin de utilizar las heces y la orina como abono y fertilizante respectivamente.

Los canales comunitarios existentes dentro del refugio solamente podrán ser limpiados manualmente.

No se permite el aprovechamiento forestal bajo ninguna modalidad, ni fin. No se pueden ampliar los terrenos que actualmente se encuentran dedicados a la agricultura. Las propiedades no podrán reducirse a menos de 2 ha. La cobertura mínima vegetal (natural o cultivos) no debe ser menor del 75%. Dentro de las áreas de protección (20 m a partir del borde) de los drenajes u otros cuerpos de agua (ríos, esteros, lagunas, canales artificiales o naturales) no se podrá realizar edificaciones ni modificaciones a la cobertura vegetal.

El acceso por agua al interior del refugio por el estero Westfalia no podrá realizarse empleando motores fuera de borda ni uso de vehículos acuáticos deportivos, motorizados, tampoco se podrán realizar desarrollos turísticos como hoteles, cabinas, casinos, restaurantes, sodas, comercios o pensiones. No podrán realizarse extracciones de tierra, piedra, arena o cualquier otro material en ríos, esteros, lagunas, canales artificiales o naturales u otros cuerpos de agua del área.

No se permitirá la agricultura intensiva, ni actividades pecuarias intensivas o extensivas. Tampoco edificaciones para la industria, talleres, depósito de materiales, u otras instalaciones que emitan humo, ruido, o cualquier tipo de contaminación. Ni verter materiales tóxicos al área tales como herbicidas, pesticidas o abonos químicos.

No se podrán construir nuevos caminos de acceso dentro del refugio, los caminos existentes deben ser reparados con grava y debe evitarse el drenado de suelos.

Zona de manejo IV:

El área debe tomarse en cuenta para realizar ciertas actividades estratégicas de manejo como son la educación ambiental, actividades de ecoturismo y actividades de



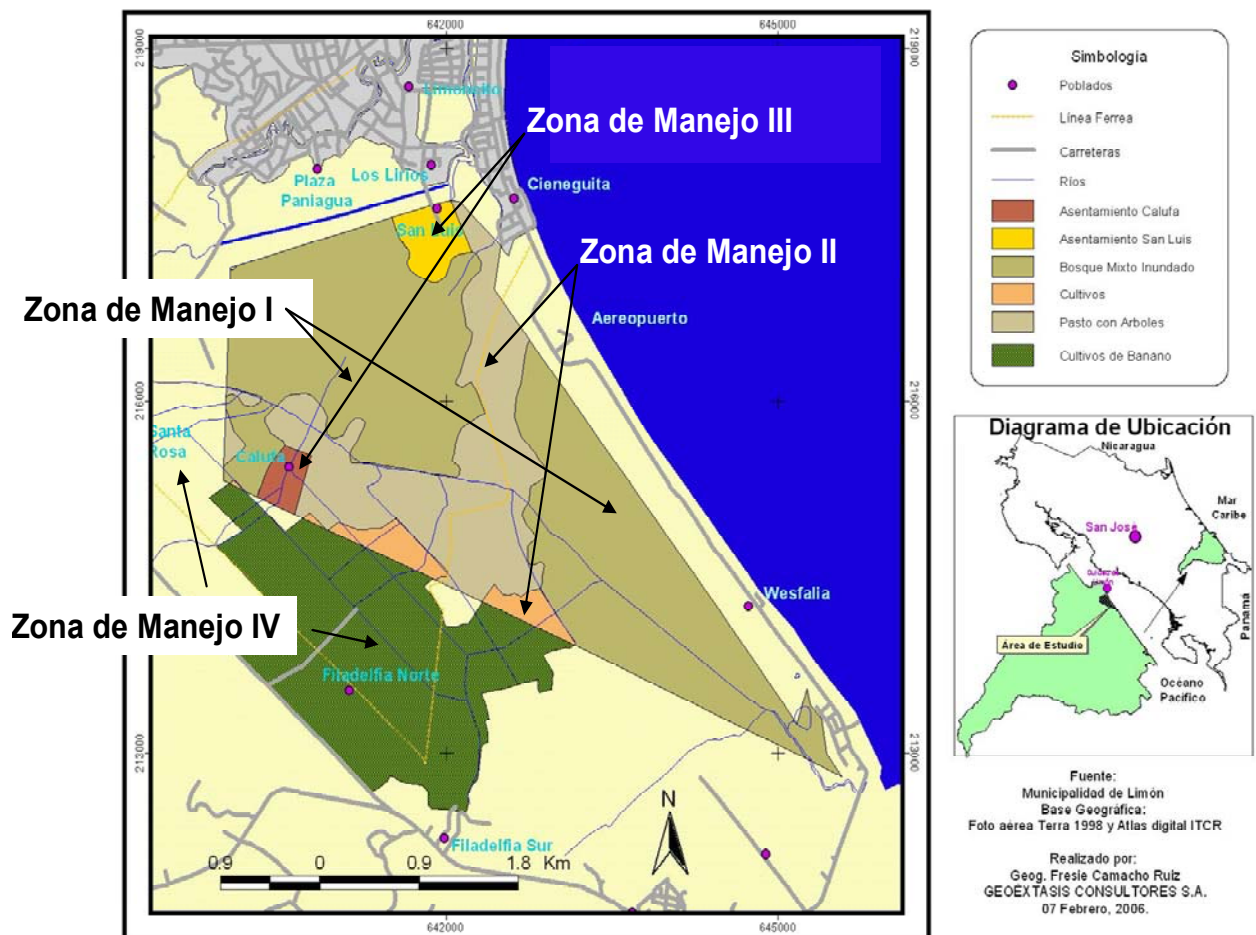
planificación con los grupos organizados de estos poblados. El objetivo central consiste en evitar una futura expansión de la frontera agrícola y del proceso urbanístico al interior del Refugio.

El Plan de Manejo del Refugio es muy restrictivo en cuanto a las actividades dentro del área del Refugio, sin embargo para realizar las obras que propone el proyecto dentro de la zona del Refugio se puede tramitar un permiso especial ante el SINAC, este tema se desarrollará con más detalle en el capítulo cuatro.

1.4.3 Ley forestal

La ley forestal permite la tala de árboles en las márgenes de los ríos solo si el proyecto es de conveniencia nacional. Esto se detallará en el capítulo cuatro, donde se desarrolla el marco legal del proyecto.

Mapa 1.4.1 Zonas de manejo establecidas en el Plan de Manejo del RNMVSL





1.5 ÁREA DE PROYECTO Y ÁREA DE INFLUENCIA

La delimitación de la cuenca que alimenta el río Limoncito y el canal de Santa Rosa permite entender cuál es el área de escorrentía de donde proviene el agua que llega a la cuenca baja del Río.

Se define como cuenca a la "zona de la superficie terrestre donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida" (Aparicio, 1989, pág.19). Adicionalmente, existe un área subterránea que alimenta la cuenca superficial. En el caso del río Limoncito y el canal Santa Rosa, la cuenca es compartida puesto que parte del caudal del río es desviado hacia el canal Santa Rosa por medio de una derivación del cauce original del río Limoncito.

El agua que escurre en la parte alta del río Limoncito es desviada, en su totalidad, hacia el cauce del canal Santa Rosa, con lo que la escorrentía del río Limoncito que se refleja aguas abajo se acumula en el cauce a partir de este desvío. Luego de esta desviación, el cauce del río Limoncito presenta un segundo desvío (en este caso parcial) por el canal de Japdeva, que deriva en el estero de Cieneguita. Sin embargo, la cantidad de agua desviada no es suficiente para evitar la ocurrencia de inundaciones en la zona urbana.

El área de estudio debe abarcar en conjunto toda la cuenca del río Limoncito, el canal Santa Rosa y sus afluentes, pese a que el área intervenida directamente se limita sólo a la parte baja de la cuenca. Cualquier variación en el uso del suelo o en la condición hidráulica del cauce altera las condiciones en que se produce la escorrentía del agua. Por tanto, un proyecto que pretenda controlar las inundaciones debe contemplar un manejo integral de cuenca en cuanto al uso de suelos y conducción del agua.

Las variaciones a realizar propuestas por el proyecto, incluyen como frentes de trabajo el río Limoncito, la quebrada Sin Nombre, la quebrada Chocolate, el canal Santa Rosa, el Canal de Japdeva y la creación de dos canales adicionales que permitan desviar parte del agua de su cauce actual. Estas intervenciones incluyen además la variación de los anchos y profundidades con el fin de mejorar las capacidades hidráulicas y favorecer el drenaje de las aguas llovidas hacia el mar, junto con la construcción de barreras de contención lateral del cauce, obras derivadoras de caudal y nuevos puentes que se ajusten a las condiciones hidráulicas del cauce sobre el que pasan.

1.5.1 Área del proyecto (AP)

La Secretaría Técnica Ambiental (SETENA) define el Área de Proyecto (AP) como "el espacio geográfico en el que se circunscriben las edificaciones o acciones de la actividad, obra o proyecto, tales como las obras de construcción, instalaciones, caminos, sitios de almacenamiento y disposición de materiales y otros" (Poder Ejecutivo, 2004). Bajo esta definición se engloban los márgenes del río Limoncito, las quebradas Chocolate y Chinita, los canales JAPDEVA y Santa Rosa, junto con los nuevos canales que se construirán, las alcantarillas de desfogue del humedal sobre la ruta 36 y el sitio de disposición del material extraído del cauce, como se muestra en el Mapa 1.5-1. En área de trabajo en cada cauce se detalla ampliamente en el apartado 2.4, pero de manera



general, el área del proyecto será el cauce y el espacio en las márgenes necesarios para el tránsito de maquinaria y la colocación del suelo extraído.

1.5.2. Área de influencia

El área de influencia del proyecto, a nivel hidrológico, se compone por la totalidad de la cuenca compartida por el Río Limoncito y el Canal Santa Rosa, que se delimita a nivel superficial. La parte alta de la misma alimenta parte del agua escurrida y al variarse las condiciones aguas abajo se presentan variaciones en el nivel de energía del río que se ven reflejadas aguas arriba.

En total, el área de la cuenca compartida abarca 81,4 km². El 9% de ésta área corresponde a área urbanizada, siendo esta la que se verá mayormente influenciada por las obras en el proyecto. En el Mapa 1.5.1 Se muestra la cobertura de las áreas de influencia consideradas como Área de Influencia Directa y Área de Influencia Indirecta.

Área de Influencia Directa (AID)

El área de influencia directa es el área que potencialmente recibirá los impactos biológicos, físicos y sociales ocasionados directamente por el proyecto. Incluye los alrededores de los cauces intervenidos, así como los sectores aguas abajo de los mismos, principalmente los barrios que comúnmente se ven afectados con inundaciones, incluyendo Colina, El Ceibón, El Carmen, Juan Gobán, Limoncito, Los Cocos, Cieneguita y Westfalia. A esto se añade, por el sector del canal Santa Rosa, el Refugio Nacional Mixto de Vida Silvestre Limoncito (RNMVSL) y la comunidad de Westfalia, los cuales se espera que se vean beneficiados con el control de las inundaciones obtenido como resultado de las obras.

Área de Influencia Indirecta (AII)

El área de influencia indirecta del proyecto es donde se considera que los efectos sobre los recursos de los componentes ambientales serán más difusos y que llegarán más allá del área de influencia directa, debido a la dinámica misma de los recursos analizados. La extensión de esta área es determinada generalmente por modelos de comportamiento o predicción de los recursos analizados y deberá definirse con una justificación fundamentada en criterios técnicos y científicos por los profesionales responsables.

Para el caso del proyecto se definió el AII como el área de la cuenca, pues existe una relación entre la parte alta y media de la cuenca con el proyecto. El proyecto no afectará la parte alta pero cambios en el uso del suelo aguas arriba si afectarían al proyecto (ubicado en la parte baja).



SECCIÓN 2. FASES DE DESARROLLO

A continuación se presenta los principales aspectos de las fases de desarrollo del proyecto, en el Anexo 2 se describen con mayor de detalle.

2.1 Actividades a realizar durante el proyecto.

Durante el desarrollo del proceso constructivo se presentarán dos Etapas principales, de acuerdo a lo indicado por SENARA en el *Informe de Diseño de Cauces y Canales para el Subcomponente de Control de Inundaciones en el proyecto Limón Ciudad Puerto*. Cada una de estas etapas incluirá actividades constructivas en distintas secciones de los cauces de ríos, quebradas y canales, sin embargo, en ambas etapas y en la mayoría de las intervenciones se tendrán una serie de actividades reiteradas, dándose una variación espacial de los frentes de trabajo en donde se realiza la actividad.

El proyecto contempla la ampliación de cinco cauces, la construcción de dos nuevos canales, la construcción de tres estructuras vertedoras y la demolición y construcción de 17 puentes ubicados en los cauces a intervenir. En el Mapa 2.1 se muestra la ubicación de estas obras.

2.1.1 División por etapas

El proyecto se divide por motivos de financiamiento en dos etapas (consideradas independientes en cuanto al financiamiento) pero **proyectadas como un conjunto** en el proceso constructivo.

Dentro de la primera etapa del proyecto se pretenden construir la mayor parte de las obras, incluyendo:

- Dos baterías de alcantarillas cuadradas ubicadas bajo la ruta nacional N° 36.
- Ampliación del río Limoncito y colocación de protección en los taludes: desde el puente de los Cocos hasta el Bar Chitá
- Ampliación de la quebrada Chocolate: desde el bar Chitá hasta el puente de ENVACO
- Ampliación de la quebrada Chinita (conocida como Sin Nombre): toda la intervención proyectada
- Ampliación del Canal Japdeva: a lo largo de todo el canal
- Ampliación del Canal Santa Rosa: desde el puente de Westfalia hasta 3 kilómetros aguas arriba
- Creación del Canal Trasvase
- Creación del Canal Desvío
- Construcción de estructuras vertederas
- Construcción de puentes ubicados en la sección de cauce intervenido

En la segunda etapa del proyecto se incluyen las siguientes secciones a intervenir:

- Ampliación del río Limoncito y colocación de protección en los taludes: desde el Bar Chitá hasta la intersección con la quebrada Sin Nombre.



- Ampliación de la quebrada Chocolate desde el puente de ENVACO hasta el puente en la ruta 32
- Intervención del Canal Santa Rosa: desde tres kilómetros aguas arriba del puente de Westfalia hasta la intervención con el río Limoncito
- Construcción de puentes ubicados en la sección de cauce intervenido

2.2 Tiempos de ejecución

Pese a que se divide en fases claramente definidas para la parte presupuestaria, el proceso constructivo se divide por frentes de trabajo, los cuales se traslapan temporalmente y mantienen continuidad en algunos frentes de trabajo en consideración de usar la misma maquinaria y personal para el mismo tipo de actividad pero en otra sección del proyecto.

Construcción de Baterías

El primer objetivo a desarrollarse según la programación de trabajo, y que se desarrollaría por completo en la primera etapa, es la construcción de las Baterías Norte y Sur, las cuales son los sistemas de alcantarillado que cruzan por debajo de la ruta 36, en los sectores noreste y sureste del Refugio Nacional Mixto de Vida Silvestre Limoncito.

Para cada batería se estima un lapso de 10 semanas, siendo construida primero la batería Norte y una vez concluida esta se procede con la Sur. Por tanto, se consumiría un total de 20 semanas.

Ampliación de cauces

La ampliación de los cauces de cauces tiene una duración estimada en 240 días naturales. Los cuales se dividen de la siguiente manera en los distintos cauces:

- Ampliación del río Limoncito y colocación de protección en los taludes: 150 días
- Ampliación y colocación de protección en los taludes en la quebrada chocolate: 82 días
- Ampliación de la quebrada Sin Nombre: 25 días
- Ampliación del canal Santa Rosa: 115 días
- Ampliación del canal Japdeva: 50 días
- Construcción del nuevo canal Trásvase: 50 días
- Construcción del nuevo canal Desvío: 30 días

Construcción de Puentes

En total se construirán 17 puentes, los cuales están en la zona en que los cauces serán ampliados. Para cada puente se proyecta una duración de 55 días naturales, estando igualmente dividida su construcción en primera y segunda etapa de acuerdo a la sección del río a la que pertenece.



2.3 Tiempos de ejecución

Los tiempos requeridos para ejecutar diversas actividades se ajustan a la maquinaria y el personal involucrados en el proceso, por lo que la mayoría de actividades que se ejecutan en distintos frentes de trabajo dependen de que se concluya la obra, en otro sector para que se traslade el equipo completo al siguiente frente programado. El tiempo total de la obra es de 18 meses, siendo la construcción de los puentes la actividad que marca la duración total de las obras. En la figura 2.1 se muestra un diagrama de Gantt en el cual puede apreciar la secuencia de las actividades.

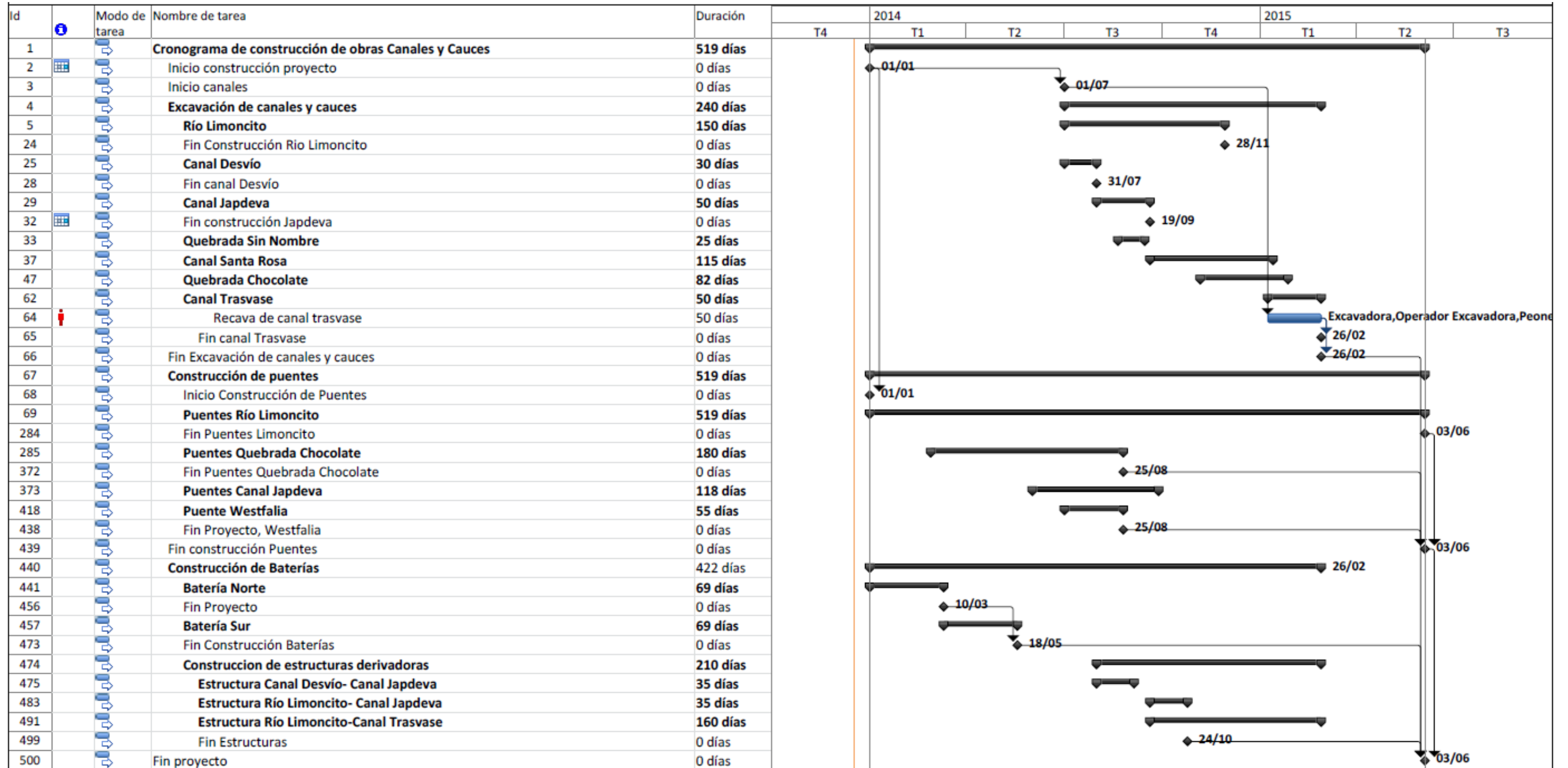


Figura 2.1. Diagrama de Gantt del proyecto.



2.4 Descripción de infraestructura a desarrollar

2.4.1 Ampliación de los cauces

Intervención en ríos y canales

A continuación se describe la longitud de intervención en cada cauce. En el mapa 2.1 se puede observar la ubicación de estas intervenciones.

- El río Limoncito será intervenido en una longitud de 6.594 m, desde el puente de Ebais los Cocos hasta la intersección con la Quebrada Sin nombre.
- La quebrada Chocolate será intervenida en una longitud de 1.507 m, entre la intersección con el Río Limoncito y la intersección con la ruta 32.
- La quebrada Sin Nombre será intervenida desde la intersección con el Río Limoncito hasta una longitud de 1.044 m, aguas arriba de este punto.
- El canal Japdeva será intervenido entre los puntos comprendidos entre la intersección con el estero Cieneguita y la intersección con el río Limoncito en una distancia de 2.183 m.
- El canal Santa Rosa será intervenido en una longitud de 7818 m, comprendidos entre el puente Westfalia y la intersección con el Río Limoncito.
- El nuevo canal Desvío cuenta con una longitud de 1.395 m, este se construirá entre la intersección entre el canal Japdeva y el estero de Cieneguita hasta la desembocadura en el mar Caribe en el sector norte del Aeropuerto de Limón.
- El nuevo canal Trasvase será construido entre la intersección entre el río Limoncito y la quebrada Sin Nombre hasta la intersección con el Canal Santa Rosa, en una longitud de 1.303 m (SENARA, 2013, p. 28)

El río Limoncito será intervenido a partir del puente Los Cocos hacia aguas arriba hasta la intersección con la quebrada Sin nombre. Se ampliará la sección del cauce para aumentar la capacidad hidráulica, el cauce quedará con una forma trapezoidal en unos casos y en otros con una sección rectangular; la forma de la sección dependerá de la protección que se coloque al talud, ya que por estar en la zona urbana no siempre existe espacio en las márgenes para inclinar el talud 45 grados. En la figura 2.2 se muestran las secciones con las que quedará el cauce del río Limoncito.

El talud del río Limoncito será protegido con dos materiales diferentes: bloques de concreto articulados y tablestacas metálicas.. Cuando se coloque bloques de concreto articulados para proteger el talud, este tendrá una inclinación de 53.1 grados con la horizontal (0.75H: 1 V), cuando al talud no se le coloque protección (quede con suelo natural) el ángulo de inclinación del talud será 45 grados (1H: 1V) y cuando se utilicen tablestacas para proteger el talud el ángulo de inclinación será de 90 grados. En el mapa 2.2 se muestra como se distribuirá la protección del talud a lo largo de la zona a intervenir en el río Limoncito.



La obra que se ha planificado en este cauce consiste en la excavación y extracción de sedimentos y demás materiales que se encuentren a nivel del cauce hasta llevar la sección actual a una sección con un ancho de fondo de 12 metros desde la estación 0+943 (puente Ebais los Cocos) hasta la estación 6+250 (intersección con el canal Japdeva), con sección con taludes variables y pendiente una pendiente longitudinal de 0.0006 m/m y de esta estación y hasta la estación 7+537.11 (intersección con la quebrada Sin Nombre) el cauce continuará con un ancho de base del canal de 10 metros, con talud 1H: 1V y con un pendiente longitudinal de 0.0006m/m. En el mapa 2.3 se muestra el ancho con que quedará el fondo de los ríos y canales.

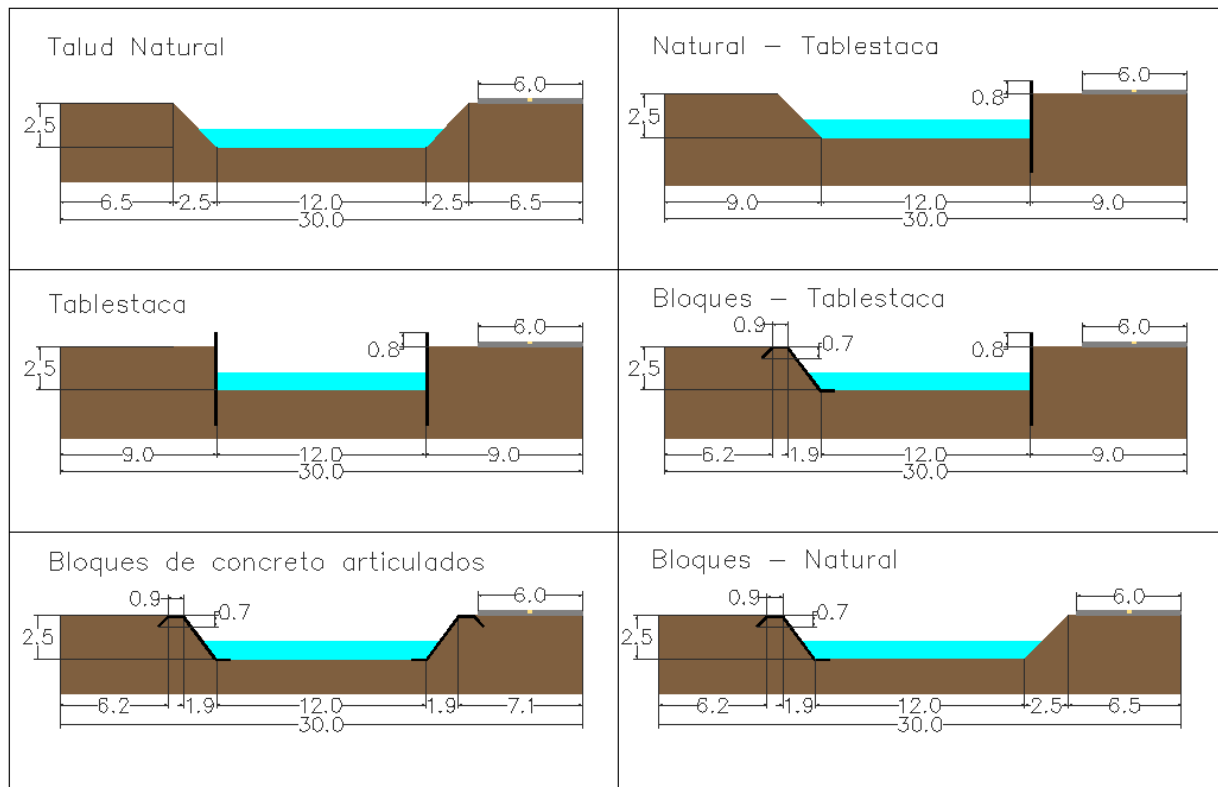


Figura 2.2. Sección de cauce en función del tipo de protección que se coloque en el talud.

Fuente: Modificado de Informe de diseño de cauces y canales SENARA, 2013

La quebrada Chocolate es principal afluente del río Limoncito en la zona urbana. La zona de protección de este río ha sido invadida con construcciones muy cerca del cauce por lo que se cuenta con poco espacio para realizar mejoras al cauce y la baja pendiente limita la posibilidad de hacer el cauce más profundo.

La quebrada Chocolate será modificada desde la intersección con el río Limoncito hasta su paso por la ruta nacional número 32. El alineamiento del cauce será modificado desde el bar Chitá hasta el puente del Envaco. El cauce será alineado paralelo al cauce actual a una distancia promedio de ocho metros. Este nuevo alineamiento se realizará debido a que en la actualidad existen varios puentes en este tramo que presentan una intervención al flujo y contribuyen a la acumulación de basura por lo que al no existir, mejorarán el tránsito del agua por el cauce. El resto de la zona intervenida quedará con el alineamiento



actual. Este tramo tendrá una sección rectangular con un ancho de 8 metros y tendrá tablestacas metálicas en sus márgenes. El resto del tramo intervenido, desde el puente Envaco hasta la intersección con la ruta nacional N° 32, tendrá una sección trapezoidal con una base de 5 metros y con taludes con 45 grados de inclinación o quedarán sin ninguna protección adicional. Las secciones tendrán una forma similar a mostradas en la figura 2.2 pero con un ancho de la base diferente. En el Anexo 2 se amplía la información sobre las obras a realizar en los distintos cauces.

El canal Japdeva es un canal artificial el cual en la actualidad dirige aguas que son extraídas del río Limoncito y trasladadas hasta el estero Cieneguita (ver mapa 2.1). En la actualidad este canal presenta una sección un poco deteriorada por lo que el proyecto plantea realizar una mejora en la sección del canal. El canal tendrá una sección trapezoidal, esta tendrá una base de 10 metros y un talud con una inclinación de 45 grados, estos no tendrán ninguna protección adicional.

El canal Santa Rosa es un canal artificial el cual presenta problemas de obstrucciones a lo largo de su cauce. En este cauce la intervención planteada es limpiar el cauce y ampliar la sección a una sección trapezoidal, esta sección tendrá un ancho de fondo de 12 metros y una pendiente del talud de 45 grados el cual quedará con suelo natural. La intervención se hará a partir del puente Wesfalia y se extenderá hasta la estación 9+008 ubicada 225 metros aguas arriba de la intersección del canal Santa Rosa con el río Limoncito. En el Anexo 2 se amplía la información sobre las obras a realizar en los distintos cauces.

El nuevo canal Trasvase es un canal que se construirá desde el río Limoncito hasta el canal Santa Rosa, posee una longitud de 1.303 m, en el mapa 2.1 se muestra la ubicación exacta de este canal. El canal planteado es un canal trapezoidal de 8 metros de base y una inclinación de sus taludes de 45 grados.

El nuevo canal Desvío es un nuevo canal que se construirá al final del canal Japdeva y se extenderá hasta el sector norte de Aeropuerto de Limón. El canal desvío tendrá una longitud de 1395 metros y una sección trapezoidal con una base de 8 metros y una pendiente de sus taludes de 45 grados los cuales quedarán en talud natural; además tendrá una pendiente longitudinal de 0.0009 m/m. La ubicación de este canal se muestra en el mapa 2.1.

2.4.2 Vertederos

Para lograr distribuir los caudales en los cauces de acuerdo a lo planteado en el diseño se diseñaron tres estructuras para distribuir el caudal de la forma adecuado. Estas estructuras serán construidas compactando suelo granular hasta alcanzar la forma deseada y posteriormente se recubrirá con bloques de concreto articulados para garantizar su estabilidad.

La primera estructura se ubica en la intersección entre el nuevo canal Trasvase y el río Limoncito, por lo que se conoce como Vertedor Trasvase, la ubicación de la estructura se puede apreciar en el mapa 2.1 y en la figura 2.3 se muestra la estructura que se construirá. En el Anexo 2 se amplía la información sobre la infraestructura a desarrollar.

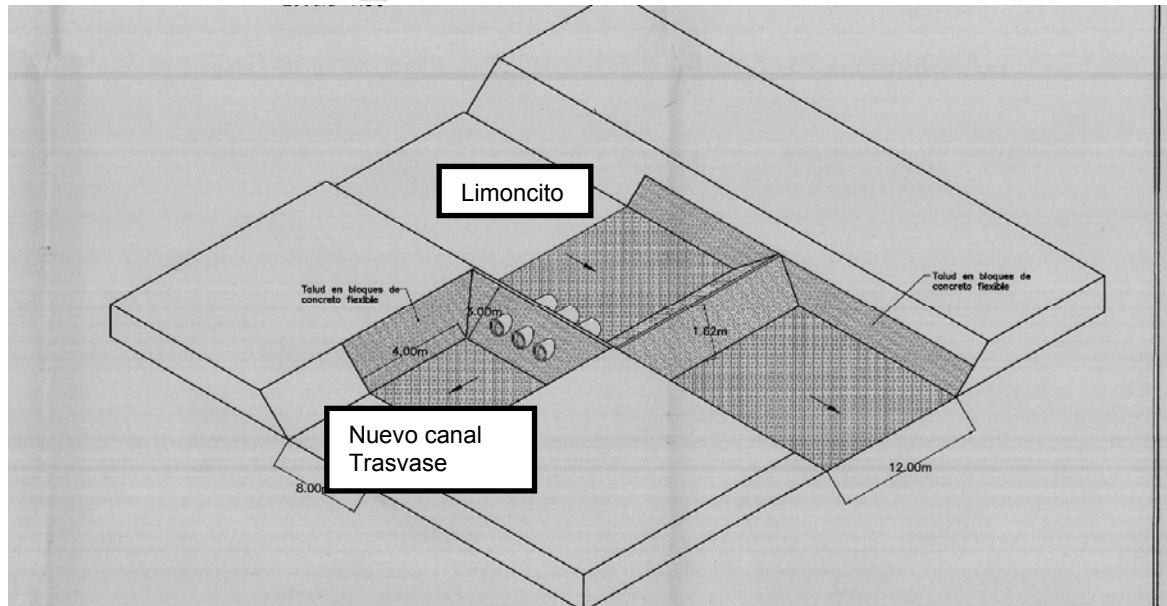


Figura 2.3. Vertedor Transvase colocado al inicio del canal Transvase entre el río Limoncito y el canal Santa Rosa.

Fuente: Informe de diseño de cauces y canales SENARA, 2013

La segunda estructura será colocada en la intersección entre el río Limoncito y el canal Japdeva. La estructura se conoce como Vertedor Japdeva, esta tiene como objetivo regular el caudal que entra a al canal Japdeva y el que pasa directo por el río Limoncito. En la figura 2.4.7 se muestra la estructura que se colocará en este sitio. En la sección 2.4 se muestra el plano de esta estructura.

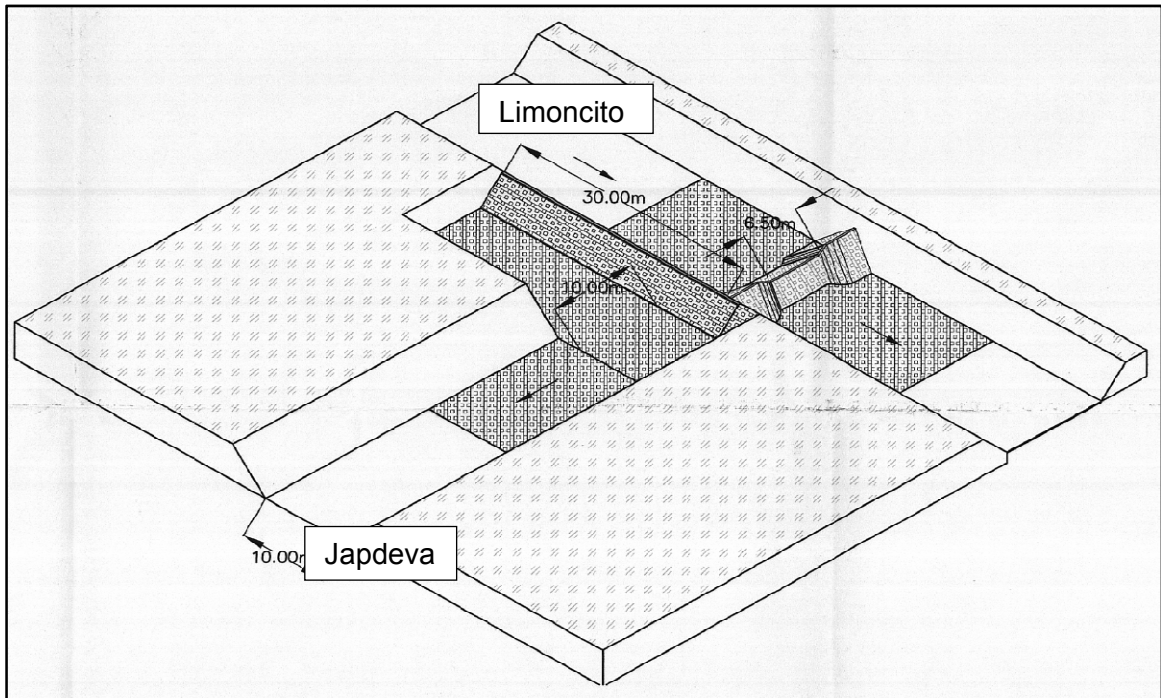


Figura 2.4. Estructura vertedora que se colocará al inicio del canal Japdeva
Fuente: Informe de diseño de cauces y canales SENARA, 2013

La tercera estructura que se construirá estará ubicada al final del canal Japdeva y marcará el inicio del nuevo canal Desvío, por lo que se conoce como Vertedor Desvío. En el mapa 2.1 se muestra la ubicación exacta de esta estructura. El objetivo de construir esta obra es regular el caudal que ingresa al nuevo canal Desvío. Anexo 2 se muestra el plano de esta estructura.

2.4.3 Alcantarillas

Como parte del diseño del proyecto se consideró que el exceso de caudal del canal Santa Rosa se desbordara hacia el humedal, debido a esto también se diseñaron dos sistemas de evacuación de agua (alcantarillas) para evitar un aumento en el nivel del agua dentro del humedal, cada batería está formado por dos alcantarillas cuadradas de 3.05 m de ancho por 2.5 metros de alto aproximadamente. La ubicación de estos sistemas se muestra en el mapa 2.1. Estas alcantarillas transportaran el caudal del sector del humedal hasta el mar Caribe pasando por debajo de la ruta 36. En la figura 2.5 se muestra una vista en planta de batería de alcantarillas que se colocará en el sector sur.

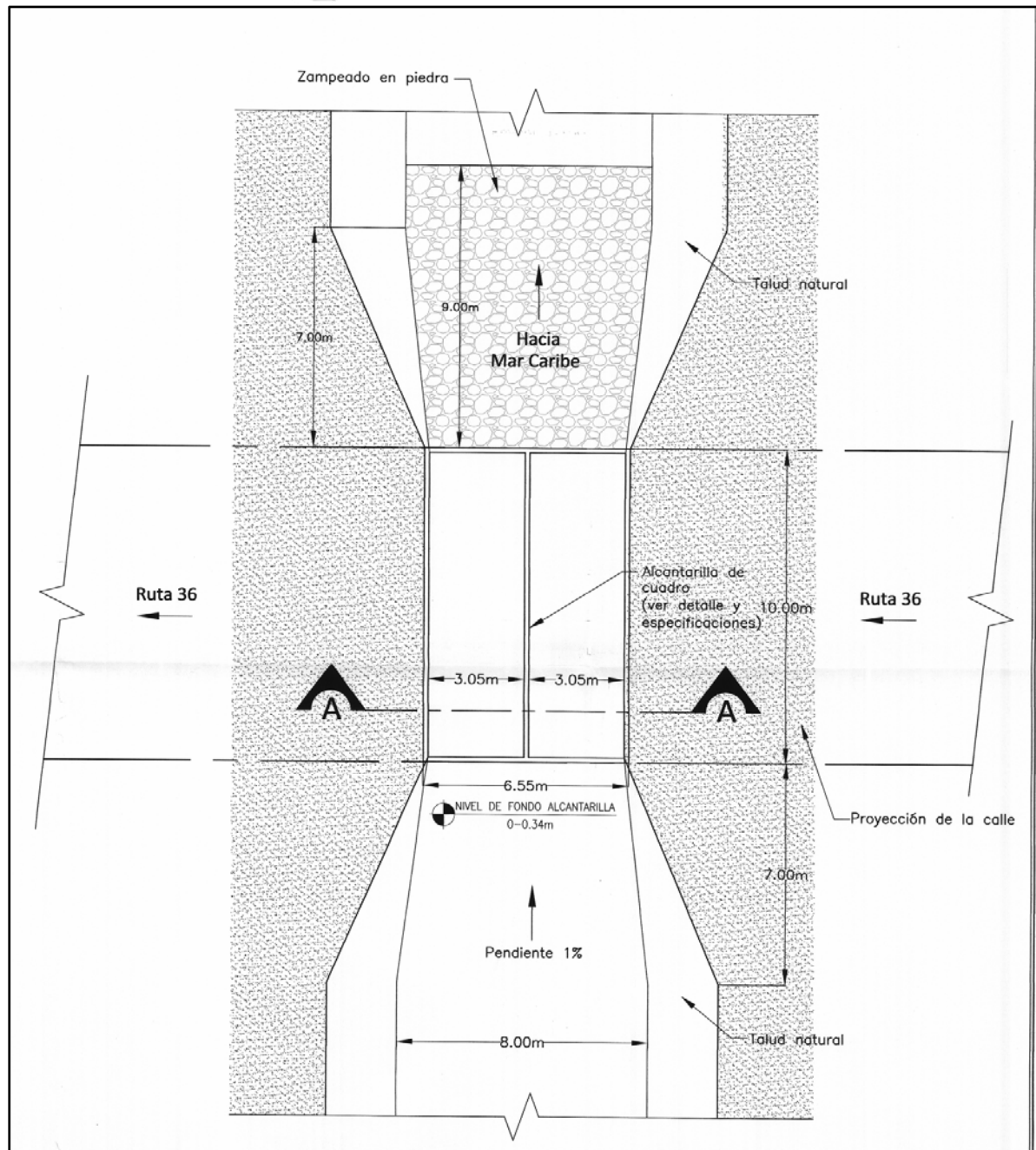


Figura 2.5. Vista en planta de la alcantarilla del sector sur.
Fuente: Informe de diseño de cauces y canales SENARA, 2013

2.4.4 Puentes

Al ampliar los cauces será necesario eliminación de varios puentes y posteriormente deberán ser reconstruidos. Como parte del proyecto se intervendrán 17 puentes, 13 de estos 17 puentes ya tienen la viabilidad ambiental; los expedientes de los puentes tramitados son:

1. D1-9800-2013-SETENA en este expediente se tramitó la viabilidad ambiental de los puentes ubicados en el canal Japdeva.



2. D1-9801-2013-SETENA en este expediente se tramitó la viabilidad ambiental de los puentes ubicados en el canal Santa Rosa.
3. D1-9802-2013-SETENA en este expediente se tramitó la viabilidad ambiental de los puentes ubicados en el río Limoncito.
4. D1-9803-2013-SETENA en este expediente se tramitó la viabilidad ambiental de los puentes ubicados en la quebrada Chocolate.

En el mapa 2.1 se muestran los cuatro puentes que serán intervenidos durante la ejecución del proyecto que aún no tienen la viabilidad ambiental, los cuales están ubicados en el río Limoncito. Estos puentes se conocen como puente Cancha Paniagua, puente Taller, puente Almendro y puente Ceibón. Para la construcción de estos puentes no se modificará el cauce del río, ya que como parte de las obras para disminuir la frecuencia de inundaciones éste cauce será ampliado por lo que la construcción de los puentes será un complemento a esta ampliación.

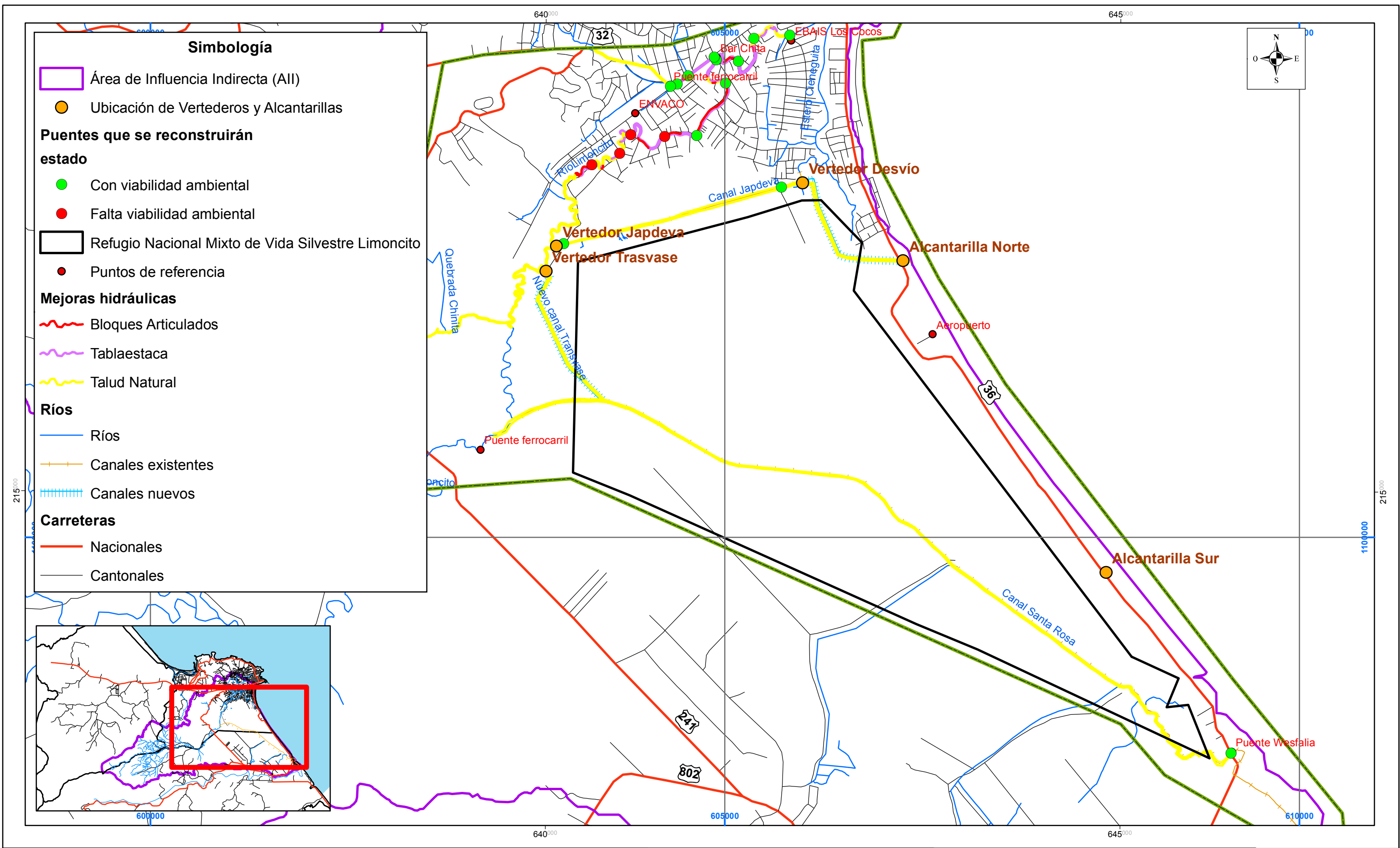
En el cuadro 2.1 se muestran las principales características de los cuatro puentes que se construirán que falta de tramitar la viabilidad ambiental.

Cuadro 2.1. Características de los puentes se reconstruirán

Puente	Coordenadas		Ancho (m)	Longitud (m)	Número de vías
	Norte	Oeste			
Cancha Paniagua	9°58'43,17``	83°02'44,78``	4,3	18	1
Taller	9°58'43,78``	83°02'55,44``	4,3	15	1
Almendro	9°58'37,79``	83°02'59,39``	4,3	15	1
Ceibón	9°58'34,49``	83°03'04,73``	4,3	18	1

Fuente: SENARA, 2013.

Estos puentes serán cimentados sobre pilotes debido al potencial de licuefacción que existe en la zona.



Simbología

- Área de Influencia Indirecta (AII)
- Ubicación de Vertederos y Alcantarillas

Puentes que se reconstruirán estado

- Con viabilidad ambiental
- Falta viabilidad ambiental

- Refugio Nacional Mixto de Vida Silvestre Limoncito
- Puntos de referencia

Mejoras hidráulicas

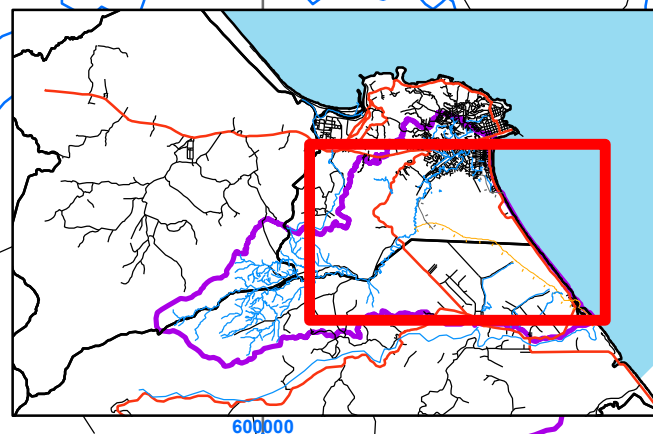
- ~ Bloques Articulados
- ~ Tablaestaca
- ~ Talud Natural

Ríos

- Ríos
- Canales existentes
- Canales nuevos

Carreteras

- Nacionales
- Cantonales



Mapa 2.1. Obras a realizar durante el proyecto
 Estudio de impacto ambiental del proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en la cuenca baja del río Limoncito"

0,5 0,25 0 0,5 1
 Kilómetros
 Coordenadas CRTM05
 (Lambert Norte se indican en negro)
 Escala:
 1:30.000

Fuente:
 -ATLAS (2008)
 -SENARA (2013)
 -ProDUS (2013)



Simbología

-  Área de Influencia Indirecta (AII)
-  Ubicación de Vertederos y Alcantarillas
-  Refugio Nacional Mixto de Vida Silvestre Limoncito
-  Puntos de referencia

Mejoras hidráulicas

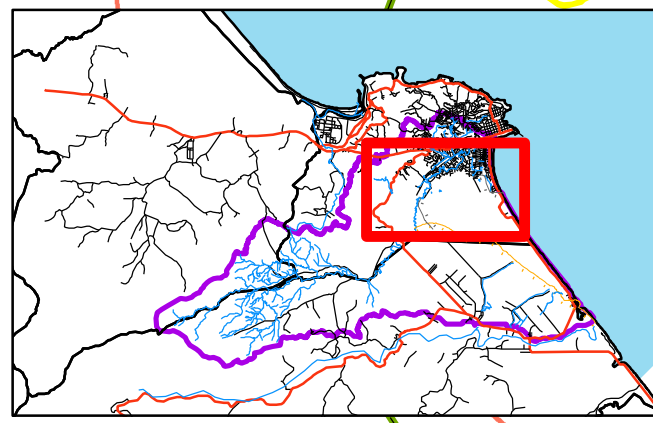
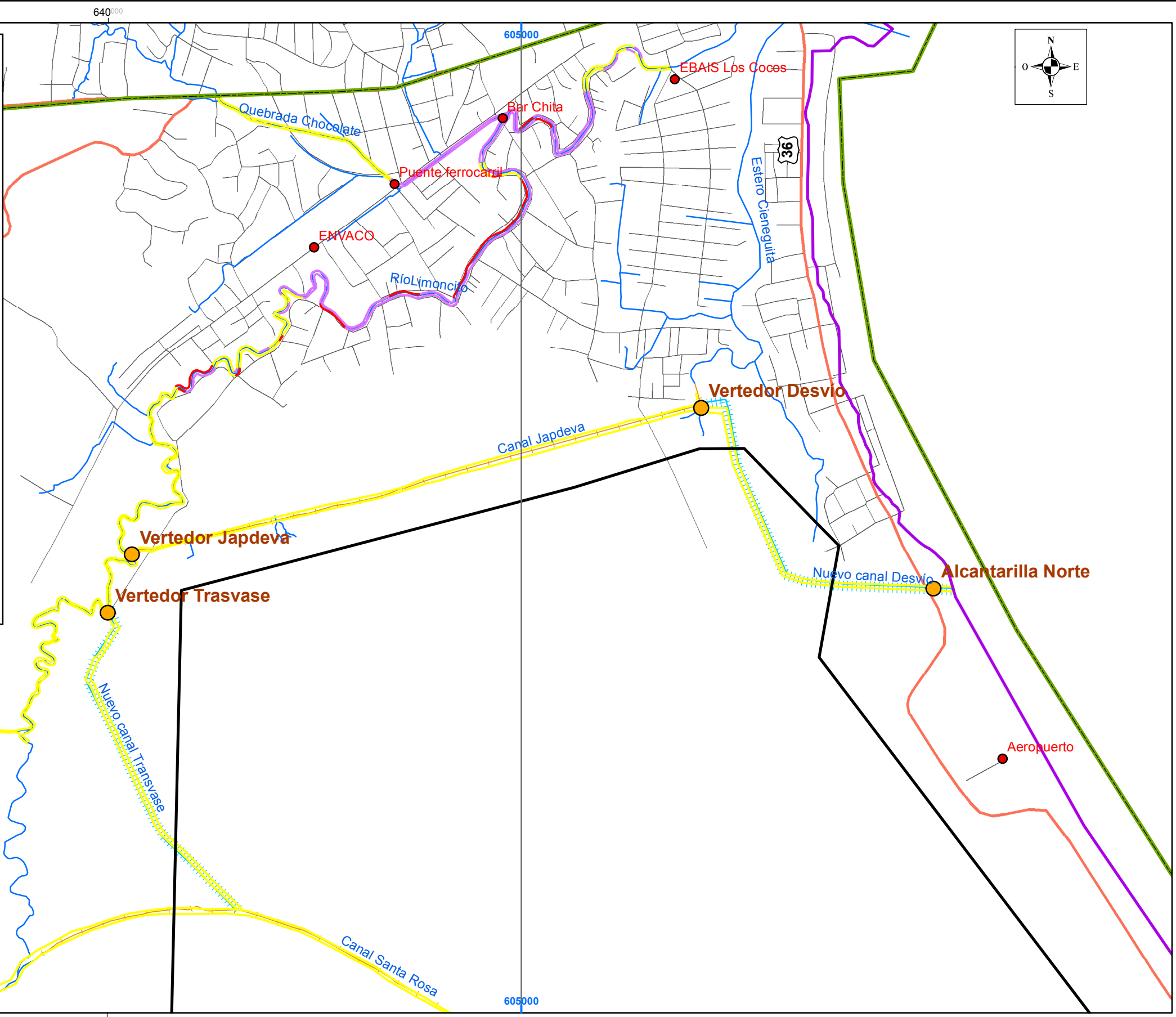
-  Bloques Articulados
-  Tablaestaca
-  Talud Natural

Ríos

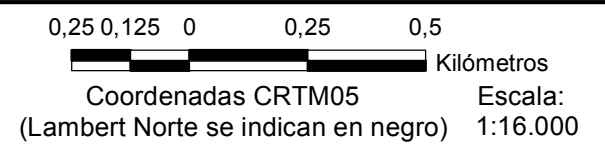
-  Ríos
-  Canales existentes
-  Canales nuevos

Carreteras

-  Nacionales
-  Cantonales

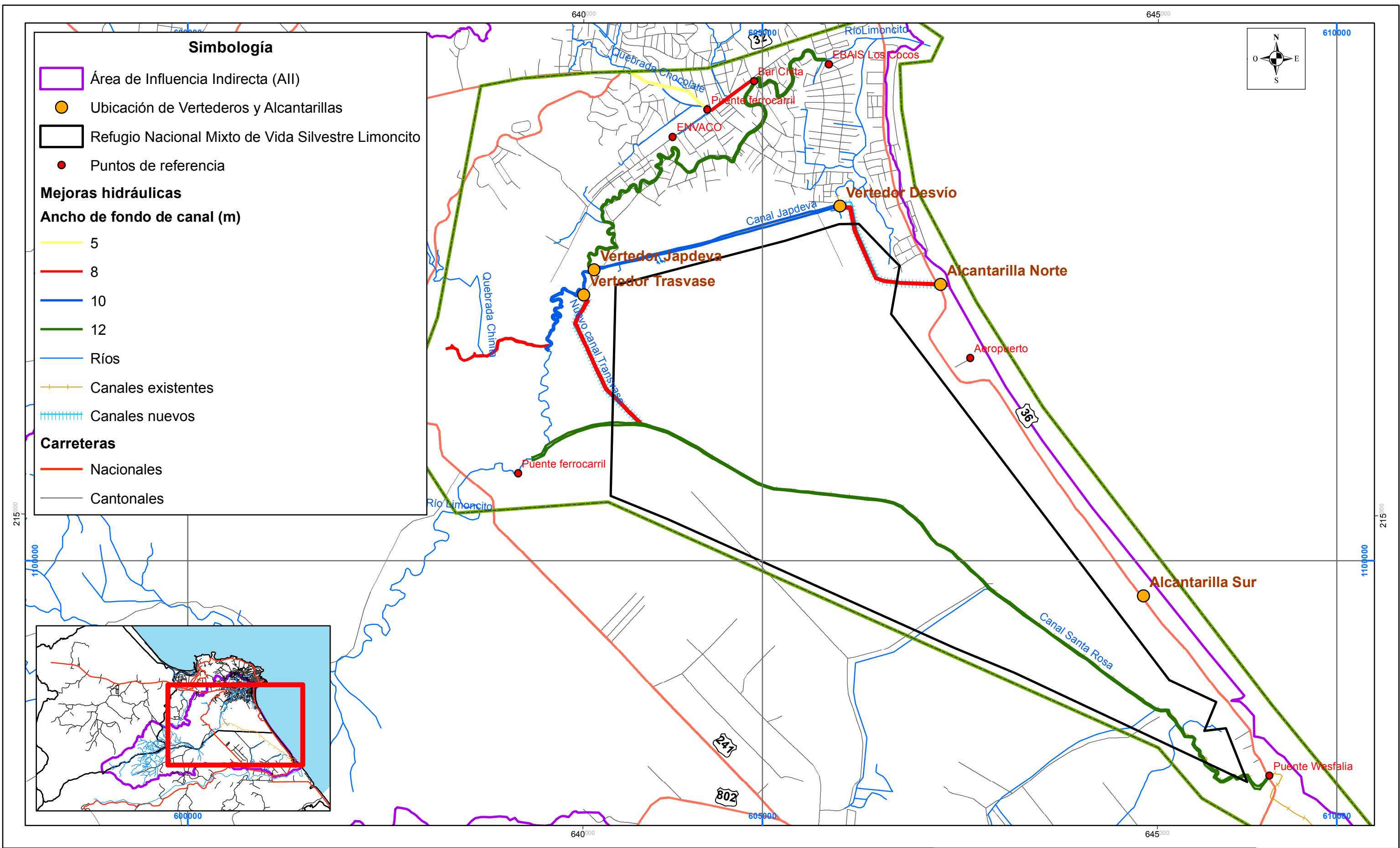


Mapa 2.2. Material utilizado para proteger y estabilizar el talud
 Estudio de impacto ambiental del proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en la cuenca baja del río Limoncito"

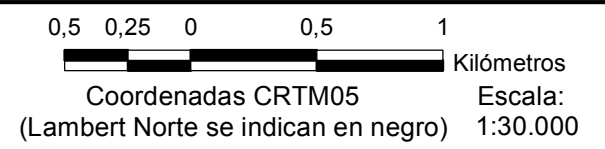


Fuente:
 -ATLAS (2008)
 -SENARA (2013)
 -ProDUS (2013)





Mapa 2.3. Ancho de los cauces después de realizado el proyecto
 Estudio de impacto ambiental del proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en la cuenca baja del río Limoncito"



Fuente:
 -ATLAS (2008)
 -SENARA (2013)
 -ProDUS (2013)





SECCIÓN 3. FASES DE CONSTRUCCIÓN

A continuación se presentan los principales aspectos de las fases de construcción del proyecto, en el Anexo 3 se hace una descripción detallada.

3.1 Equipo y materiales a utilizar

Durante el desarrollo del proyecto será necesario movilizar gran cantidad de materiales, tanto para construir obras, como para limpiar los distintos cauces. Para realizar esta movilización de todos los materiales y construir algunas obras será necesario utilizar distintos equipos, los cuales son descritos en el presente apartado. Es importante especificar que no se usarán materiales tóxicos o con algún peligro químico asociado.

3.1.1 Materiales

El principal material que se manejará y trasportará en el proyecto será suelo. Este será utilizado en todos los cauces a intervenir y en los dos nuevos canales que se construirán. Además será removido en las zonas donde se construirán las alcantarillas.

También se demolerán varios puentes los cuales generan un volumen de escombros considerable. Para realizar la ampliación será necesario cortar ciertos árboles que están ubicados en los márgenes del cauce.

Para estabilizar algunos taludes se usarán tablestacas metálicas y bloques articulados de concreto. Además sobre se construirán varios puentes los cuales demandarán concreto, acero y pequeños movimientos de suelo.

3.1.2 Equipos

En el río Limoncito y en la quebrada Chocolate será necesario transportar parte del material extraído pues no se puede colocar en las márgenes por falta de espacio. Para transportar este material se utilizarán vagonetas. Estas vagonetas también serán utilizadas para trasportar todos los escombros que se generen en los puentes que se demolerán. Para realizar las excavaciones se tiene planeado utilizar una excavadora modelo Caterpillar 320. Con el mismo se podrá hacer la recava en los demás ríos y canales; en caso de que no se utilice este modelo, se propone manejar una excavadora con dimensiones similares.

El hincado de los pitotes en los puentes se hará con un martillo de hidráulico, el mismo se instalará con una grúa móvil. Los puentes serán construidos con concreto colado en sitio, por lo tanto se utilizarán batidoras y camiones mezcladores en caso de que el concreto sea premezclado.

Para colocar bloques articulados se utilizará una retroexcavadora para levantar y colocar los paños de bloques. La colocación de las tablestacas se hará por medio de una grúa móvil y un martillo hidráulico.

Los vertederos serán construidos con suelo compactado y sobre este se colocará una protección con bloques. Para construir estas estructuras se utilizará un compactador de bota para realizar el proceso de compactación del suelo, además por medio de la retroexcavadora se colocarán los paños de bloques articulados que protegerán la estructura.



3.2. Necesidad de recursos

3.2.1 Agua potable (Fase Construcción)

A partir de información de la demanda de personal para la etapa de construcción del proyecto, brindada por SENARA (Cuadro 3.2.1-1), se estimó la cantidad de agua potable que demandará el personal durante los 18 meses de duración de la construcción del proyecto. La construcción del proyecto será una fuente de trabajo para los habitantes de la zona de estudio, por lo que se espera que la mayoría del personal sea local. Sin embargo, como algunos operarios deberán ser especializados (según el tipo de tarea), el reclutamiento de personal por parte de la empresa constructora dependerá de esta condición. Según información no oficial brindada por SENARA, no se requerirán campamentos ni estaciones móviles grandes para albergar a operarios, pues se espera que en su mayoría residan muy cerca del sitio. Por este motivo, los cálculos de dotación de operarios no contemplarán actividades personales como: preparación de alimentos, ni lavado de ropa. Para el caso de los operarios en campo, se utilizarán servicios sanitarios de tipo cabinas, por lo que no se estará contabilizando el agua para descarga de tanques de servicios sanitarios.

En el caso de alquiler de una vivienda (para cuatro personas), el cálculo de dotación incluirá aspectos como: uso de servicios sanitarios, duchas, preparación de alimentos y otras, lo que correspondería a una dotación de 35 m³/m/p (metros cúbicos por mes por persona) que equivale a 290,90 l/d/p (litros por día por persona) (Camacho, 2005). Para el caso de los operarios, se estima una dotación de 100,0 l/d/p (valor para trabajadores industriales del Manual Técnico del Departamento de Aguas del IMN, 2004).

Al realizar los cálculos de consumo de agua para todo el personal para la opción (a) de alquiler de una vivienda, el máximo consumo de agua se dará en el mes 7, con un consumo aproximado de 233 m³/mes, lo que se asemeja al consumo de agua de 6 viviendas habitadas con cuatro personas.

En el cuadro 3.2.1-2 se resumen los cálculos de cantidad de agua necesaria por mes, para consumo del personal en caso de alquiler de una vivienda para 4 personas (para el personal administrativo y de ingeniería).

Cuadro 3.2.1-2. Consumo de agua por mes durante la construcción del proyecto en caso de alquiler de vivienda para 4 personas

Personal por tipo de labor	Meses																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Personal administrativo y de ingeniería por mes	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Operarios de maquinaria, peones, maestros de obra y otro personal por mes	13	23	24	28	28	30	66	64	53	50	50	41	23	17	17	16	16	9
Consumo de agua por mes (m ³ /mes)	74	104	107	119	119	125	233	227	194	185	185	158	104	86	86	83	83	62

Fuente: Adaptado de SENARA, 2013. Elaborado por ProDUS-UCR.



Para la opción (b) de alquiler de contenedor, al no contar con servicio sanitario, cocina equipada, ni espacio para lavado de ropa, los valores se reducen considerablemente, obteniéndose un consumo máximo en el séptimo mes de 204,0 m³/mes, que equivale al consumo normal de 5 viviendas habitadas con cuatro personas cada una. En el cuadro 3.2.1.3 se muestran los resultados del cálculo.

Cuadro 3.2.1-3. Consumo de agua por mes en caso de alquiler de contenedor

Personal por tipo de labor	Meses																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Total Personal laborando por mes	15	25	26	30	30	32	68	66	55	52	52	43	25	19	19	18	18	11
Consumo de agua por mes (m ³ /mes)	45	75	78	90	90	96	204	198	165	156	156	129	75	57	57	54	54	33

Fuente: Adaptado de SENARA, 2013. Elaborado por ProDUS-UCR.

Como referencia, para las tareas y actividades propias de la construcción, según la Ing. Flor Muñoz de la Escuela de Ingeniería Civil de la UCR, se tiene que para la elaboración de mezcla de concreto, se requerirán aproximadamente 216 litros de agua por metro cúbico de mezcla de concreto (216 L/m³). Este valor es un poco menor al estimado en el Valle Central (240 L/m³), pues por el tipo de clima de la zona, los agregados tendrán mayor porcentaje de humedad, lo que reduce la cantidad de agua necesaria para una mezcla adecuada. Lo anterior considerando una relación de agua-cemento de 0.54.

3.2.2 Energía Eléctrica (Fase Construcción)

La mayor cantidad de actividades de construcción requerirán energía térmica producto de vehículos y maquinaria con motores de combustión interna, tales como: excavadoras, back-hoe, vagonetas, tractores, compactadores, niveladores, grúas, chompipa, camiones, motosierra, entre otras, las cuales utilizan como combustible principalmente el diésel.

Para este proyecto, los aspectos que requerirán energía eléctrica son principalmente: uso de equipo o maquinaria eléctrica (por ejemplo: máquina de soldar, algunos rotomartillos y taladros), iluminación de áreas de trabajo y señalización (para los casos que se requiera mayor iluminación), y para las actividades básicas de los operarios (por ejemplo alimentación).

Según lo indicado por el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA), el proyecto se realizará en horario diurno, lo que corresponde a un rango de horas desde las 6:00am hasta las 8:00 pm. Por lo tanto, aquellos trabajos que se realicen después de las 5:30pm deberán contar con iluminación, tanto en el área de trabajo como en el plantel, por lo que deberá contemplarse este aspecto a nivel de conexiones y consumo de energía eléctrica.

Mediante el análisis del Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2011 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), se pudo determinar que hay cobertura del servicio eléctrico en la zona, por lo que se puede constatar que habrá acceso a electricidad para la realización del proyecto, esto principalmente en el área urbana.

3.2.3 Vías de acceso al proyecto

La principal ruta de acceso es la ruta nacional número 32, esta está ubicada en la parte norte del AP, la calle es ancha y transitada, esta se utilizará para el ingreso de materiales al proyecto. Para llegar hasta la zona del puente Westfalia se utilizará la ruta nacional número 36 y en caso de existir



algún problema con la ruta 36 se utilizaría la ruta nacional 241 como alternativa. Todas las rutas utilizadas poseen las características necesarias para que transiten camiones y vagonetas por lo que no será necesario realizar alguna modificación para que ingrese la maquinaria. Una vez en el área del proyecto, la movilización se realiza en las calles que están paralelas a los cauces, estas están ubicadas en zonas residenciales y poseen un ancho reducido, no obstante es la única forma de acceder a los cauces.

3.2.4 Mano de obra y planteles

Debido a la magnitud del proyecto toda la mano de obra que se utilice será de la zona. La mano de obra estará compuesta por choferes de vagonetas, excavadora, back hoe, soldadores, armadores, mecánicos, peones, maestro de obras, entre otros. En la zona se cuenta con este tipo de mano de obra, por lo que no será necesario utilizar campamentos. Sin embargo se debe disponer de un lugar en el que los trabajadores puedan satisfacer las necesidades básicas. Este lugar debe ser proporcionado por la empresa encargada de la construcción, en el plan de mitigación de impactos se indicarán los requisitos que debe cumplir este lugar, con el fin de disminuir el impacto que éste pueda generar.

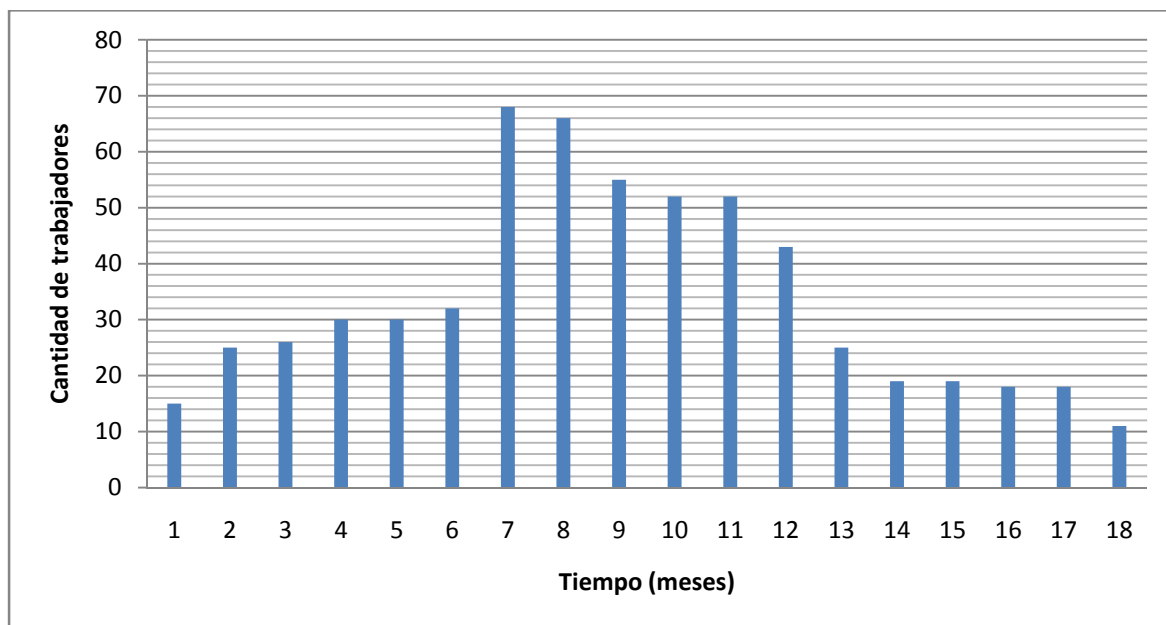


Figura 3.2.4 Gráfico de cantidad de personal necesario para la construcción del proyecto

3.3 Disposición de residuos

La generación de residuos producto de las actividades constructivas como el movimiento y operación de maquinaria; extracción, almacenamiento y transporte de material, entre otras, se puede considerar como una de las causas más visibles de impacto ambiental que podría traer la realización del proyecto. Es por esto que en esta sección se analizan las diferentes fuentes generadoras de residuos dentro del proyecto, con el fin de dar recomendaciones para su manejo y que se reduzca el impacto que estos puedan tener sobre el ambiente. Entre estas fuentes se pueden mencionar:



- Residuos generados por las excavaciones necesarias en la ampliación de los cauces que lo requieren: sólidos especiales (lodos provenientes del fondo del cauce, estos se deben disponer en un sitio de disposición que cumpla con los requisitos para hacerlo).
- Demolición de la infraestructura existente que así lo requiera: sólidos especiales (escombros),
- Residuos generados por los trabajadores del proyecto: sólidos ordinarios (empaques de comida, entre otros), líquidos ordinarios (excretas, manejo de los baños portátiles). Separar los residuos reciclables generados por los trabajadores del proyecto.
- Residuos gaseosos: polvos o partículas mínimas, producto de las actividades constructivas del movimiento y operación de maquinaria.

Según la Real Academia Española, se define lodo como "*mezcla de tierra y agua, especialmente la que resulta de las lluvias en el suelo*" (RAE, 2013). En nuestro caso se entenderá *lodo de río* (o cieno) como la masa debida a la mezcla de tierra, agua y materiales disueltos, que se forma por deposición de los materiales en el fondo del río. El lodo de río se obtendrá como resultado de los procesos de limpieza, emparejado y ampliación de las márgenes del río Limoncito y sus afluentes, donde la extracción de este material se realizará con el fin de mejorar la capacidad hidráulica del cauce del río y las quebradas que lo alimentan.

Debido a que la extracción de lodos de río en grandes volúmenes no es una práctica frecuente, no existen leyes que regulen las condiciones en las cuales se deben disponer, siendo lo más común que se sitúen en las mismas márgenes del río. Sin embargo, las condiciones urbanas alrededor del río Limoncito y sus afluentes, sumado a la ausencia de un correcto sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento, hacen que los cauces de agua citados sean usados como alcantarillas abiertas en las cuales se deposita todo tipo de aguas residuales y desechos sólidos. Esto hace que las concentraciones de elementos contaminantes sea mayor a la que regularmente se encuentra en la cuenca de un río, repercutiendo en que los lodos de río a extraer necesiten de consideración especial al ser removidos y depositados en otro lugar, con el fin de no alterar el equilibrio ecológico en la zona donde se dispongan, esto no sólo por la contaminación presente sino por sus características, que pueden diferir considerablemente de las particularidades del suelo en donde se dispongan.

Teniendo en consideración que el material puede ser dispuesto en diversas condiciones, se puede considerar utilizarlo como un suelo de desecho, en dicho caso se debería depositar en un relleno sanitario. Si el mismo presenta condiciones que lo acercan más a una tierra aprovechable para desarrollar actividades agropecuarias, se podría hacer su disposición en un campo abierto y posteriormente aprovecharlo para cultivo. Para determinar cuál es el tratamiento óptimo para el material se realizó un proceso de muestreo en el río Limoncito, con el fin de determinar la composición química del lodo y poder justificar con criterio técnico la recomendación de disposición del material. El análisis de los resultados de laboratorio se desarrolla en la sección de disposición de residuos en la parte de Anexos.

3.4 Inventario y manejo de materias primas y sustancias especiales

En cuanto a los sitios de préstamo, de acuerdo al planeamiento de la fase constructiva entregada y de los procedimientos y tecnologías a utilizarse para llevar a cabo las obras que se incluyen dentro del proyecto objeto de este estudio, estos no serán necesarios por lo que este tema no se analizará en el presente documento. Sin embargo, de llegar a utilizarse, deben cumplir con toda la normativa nacional referente a este tema.



Por su parte, la extracción de lodos y todo su manejo se incluyeron en la sección 3.3 del presente Estudio de Impacto Ambiental, que trata sobre la disposición de los residuos. Además, se proponen medidas para evitar la contaminación de los cuerpos de agua dentro de la sección 10.1 del Plan de Manejo de Residuos.

Finalmente, se determinó que de las actividades mencionadas anteriormente, el requerimiento y la manipulación de combustible es el único que se analizará en esta sección. Al respecto, se tendrá maquinaria como retroexcavadoras y motosierras, las cuales necesitan de combustible para su funcionamiento. Para esto, se dispondrá del combustible directamente de las estaciones de servicio que se encuentran cercanas al proyecto, siendo este transportado en recipientes destinados para tal fin. La cercanía de las estaciones de servicio con respecto al lugar donde se llevan a cabo las obras, evita que se tenga que dar un almacenamiento prolongado de los recipientes llenos de combustible, principalmente cuando se trabaje dentro de sitios con población alrededor como lo son el Río Limoncito y la Quebrada Chocolate. Al llenar los tanques de los equipos que necesitan combustible para su funcionamiento, esto se debe realizar lejos de los cuerpos de agua para evitar su contaminación. Más información al respecto se encuentra dentro de la sección 10.1 del Plan de Manejo de Residuos.

3.5 Ruido y vibraciones (Fase Construcción)

Durante la etapa constructiva del proyecto, se llevarán a cabo actividades que generarán fuertes ruidos, incluso algunas podrán generar vibraciones. Dependiendo de la actividad, se estarán llegando a niveles de ruido de alta magnitud, principalmente en el sitio de trabajo inmediato, y en menor medida, a distancias más alejadas del punto de emisión del ruido.

El deterioro de la capacidad auditiva depende de las siguientes variables: intensidad del ruido, su fluctuación y duración de la exposición. El límite umbral del dolor se presenta a un nivel de presión sonora a partir de 140 dB(A).

Los niveles de ruido cambian según la distancia; el ruido de una excavadora niveladora es 94 dB(A) a una distancia de 3 m, mientras que a una distancia de 21 m, el ruido solamente es de 82 dB(A). Una grúa levantando una carga puede llegar a los 96 dB(A); en cambio, cuando está detenida, únicamente con el motor encendido, el ruido puede disminuir a menos de 80 dB(A). Por este motivo, este impacto será más pronunciado en los operarios de las maquinarias, pues se encuentran directamente expuestos a los focos de emisión de los ruidos y vibraciones. También se verá afectada la población que reside o trabaja cerca de los sitios de afectación, y la fauna que habita la zona. Un aspecto muy importante a considerar, es que las emisiones no deben provocar alteraciones en el receptor ni en sus actividades.

La contaminación acústica no será producida únicamente por el uso de maquinaria, también se incrementará el paso de vehículos pesados para el transporte de materiales de construcción y movimiento de tierras o lodos dragados hacia los sitios de disposición final. Esto incrementará los niveles de ruido en las rutas que se destinen para estas actividades, siendo importante tomar las medidas necesarias para reducir los impactos a las viviendas que se encuentren cerca de dichas rutas.

Según el Informe Final de Diseño de Proyecto (agosto 2013), realizado por SENARA, algunas de las actividades que se realizarán y que deberán utilizar medidas de atenuación del ruido son las siguientes:



- Desrame de árboles, trozado del tronco, y transporte del material cortado
- Desmonte y limpieza de los cauces o canales
- Extracción de los cauces
- Hinca de tablestacas
- Colocación de bloques articulados de concreto
- Relleno de estructuras
- Demolición de estructuras

Durante la realización del proyecto, se deberá contemplar toda la legislación nacional referente al tema de control de ruido, tanto a nivel laboral, como de afectación a la población de la zona. La regulación nacional que deberá cumplirse con respecto a este tema son:

- Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido, Decreto N°28718-S del Ministerio de Salud.
- Reglamento de control de ruidos y vibraciones, Decreto N° 10541-TSS
- Convenio OIT 148: Protección de los trabajadores contra los Riesgos Profesionales debidos a la Contaminación del Aire, Ruidos y Vibración en el lugar de Trabajo, emitida por la Asamblea Legislativa, Ley 6550 Convenios Internacionales.



V. DESCRIPCIÓN DE LA NORMATIVA LEGAL

SECCIÓN 4. MARCO JURÍDICO

Esta sección tiene como finalidad determinar la normativa ambiental nacional e internacional aplicable tanto para el correcto desarrollo del presente Estudio de Impacto Ambiental como aquella aplicable a las actividades que se ejecutarán como parte de las obras del sistema de control de inundaciones.

Normativa nacional e internacional aplicable al Estudio de Impacto Ambiental del Sistema de Control de Inundaciones y a la respectiva ejecución de las obras del proyecto de Control de Inundaciones en el área de Limoncito

El Proyecto Limón Ciudad Puerto se enmarca en la Ley número 8275 denominada: "Aprobación del Contrato de Préstamo N° 7498-CR y sus Anexos, entre el Gobierno de la República de Costa Rica y el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), para financiar el Proyecto de Limón Ciudad-Puerto".

Con fundamento en esta norma, todas las actividades a realizar como parte de la ejecución de Proyecto se encuentran sujetas (además de a la normativa nacional vigente), a las políticas emitidas por el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (en adelante, BIRF).

De acuerdo con los términos de referencia de la consultoría, le son aplicables cinco Salvaguardas del BIRF: Evaluación Ambiental (OP 4.01), Hábitats naturales (OP 4.04), Recursos culturales físicos (OP 4.11) y Reasentamiento involuntario (OP 4.12). En el anexo del presente documento se sintetiza el contenido principal de dichas salvaguardas.

En relación con la normativa nacional, se seleccionaron tres temas cuya legislación se considera de aplicación genérica a cualquier proceso constructivo, como lo son: ruido, salud ocupacional y manejo de desechos. En relación con dichos temas, se determinará el listado de regulación vigente, la síntesis de aspectos que son de interés y aplicación en la ejecución del proyecto se incluye en el respectivo anexo del presente documento.

Regulación para el control de ruido

- Ley 5395, Ley General de Salud
- Decreto Ejecutivo 28718, Reglamento para el Control de Contaminación por Ruido.
- Decreto Ejecutivo 32692, Procedimiento para la Medición de Ruido.
- Decreto Ejecutivo 10541, Reglamento para el control de ruidos y vibraciones

Regulación sobre seguridad y salud ocupacional

- Ley 2, Código de Trabajo
- Ley 5395, Ley General de Salud
- Ley 6727, Ley sobre Riesgos del Trabajo (Reforma al Código de Trabajo).
- Decreto Ejecutivo 1, Reglamento General de Seguridad e Higiene de Trabajo
- Decreto Ejecutivo 10451, Reglamento de Control de Ruidos y Vibraciones
- Decreto Ejecutivo 11492, Reglamento sobre Higiene Industrial
- Decreto Ejecutivo 12715, Norma oficial para la utilización de colores en seguridad y su simbología



- Decreto Ejecutivo 13961, Crea Concejo de Salud Ocupacional
- Decreto Ejecutivo 18379, Reglamento de Comisiones de Salud Ocupacional
- Decreto Ejecutivo 25235, Reglamento de Seguridad en Construcciones
- Decreto Ejecutivo 27434, Reglamento sobre las Oficinas y Departamentos de Salud Ocupacional
- Decreto Ejecutivo 26904, Plan Nacional de Salud Ocupacional
- Decreto Ejecutivo 33507, Reglamento de Salud Ocupacional en el Manejo y Uso de Agroquímicos

Regulación sobre manejo de desechos

- Ley 5395, Ley General de Salud
- Ley 8839, Ley de Gestión Integral de Residuos
- Decreto Ejecutivo 21297, Reglamento para el Manejo de Lodos Procedentes de Tanques Sépticos
- Decreto Ejecutivo 27378, Reglamento sobre Rellenos Sanitarios
- Decreto Ejecutivo 36093, Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios
- Decreto Ejecutivo 35933, Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos
- Decreto Ejecutivo 37567, Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos
- Decreto Ejecutivo 37757, Reglamento sobre valores guía en suelos para descontaminación de sitios afectados por emergencias ambientales y derrames

3.1.1 Análisis jurídico de casos especiales sobre requerimientos ambientales para las obras a realizar como parte del sistema de control de inundaciones

A continuación se expone las principales conclusiones de los análisis jurídicos realizados en torno a requisitos concretos a ser presentados por el proyecto. Para la lectura del análisis completo, se puede acudir a los anexos de este documento.

Régimen legal de las actividades a desarrollar en el área de protección de ríos y quebradas

De acuerdo con la información suministrada por el SENARA, la intervención a realizar en el proyecto, va a tener afectaciones sobre el área de protección del Río Limoncito, la Quebrada Chocolate y la Quebrada Sin Nombre. Para el desarrollo de esta sección, se partirá del supuesto que las actividades a realizar en la margen del río y quebrada, serán principalmente las siguientes: (i) corta de árboles, (ii) taludes artificiales, (iii) tablaestacado y (iv) excavación.

De conformidad con lo establecido en el artículo 33 de la Ley Forestal número 7575 y sus reformas, las áreas de protección de los ríos implican las siguientes restricciones y deberes:

- Prohibición en cuanto a corta o eliminación de árboles, impuesta por el artículo 34 de la Ley Forestal número 7575.
- Obligación de sembrar árboles en las márgenes de los mismos ríos, arroyos o manantiales a una distancia no mayor de cinco metros de las expresadas aguas, en todo el trayecto y su curso, comprendido en la respectiva propiedad, establecida en el artículo 148 de la Ley de Aguas número 476.

Sobre la corta o eliminación de árboles (en este caso, necesaria para la ejecución del proyecto), la Ley Forestal establece una excepción a dicha prohibición, al indicar lo siguiente:



"...se prohíbe la corta o eliminación de árboles en las áreas de protección descritas en el artículo anterior, **excepto** en proyectos declarados por el Poder Ejecutivo como de **conveniencia nacional**."

En el caso del Sistema de Control de Inundaciones propuesto, no se encontró dentro de la información remitida por la UTE-SENARA, el decreto de declaratoria de conveniencia nacional del proyecto a través del cual se autorice la corta de árboles que se tiene previsto realizar. Asimismo, se intentó encontrar dicho decreto a través de los sistemas de información jurídica existentes, sin contar con resultado alguno.

Así las cosas es de relevancia para el proyecto corregir esta situación a efectos de que se cumpla con los parámetros de legalidad establecidos por el ordenamiento jurídico costarricense. Dicha obligación se ve reforzada por las políticas de salvaguarda del BIRF relacionadas con hábitats naturales, las cuales indican la necesidad de respetar y proteger la flora y fauna existente.

Caudal Ecológico y Caudal mínimo remanente

De previo a analizar la situación concreta del sistema de control de inundaciones propuesto, es relevante acotar la distinción entre dos términos que, a lo largo de muchos años, fueron asimilados como sinónimos: caudal ecológico y caudal mínimo remanente:

"Caudal mínimo remanente: *Es el caudal no derivable de una fuente producto de la particularidad hidrográfica de cada región, de tal forma que se garantice un caudal mínimo continuo y permanente aguas abajo de todo aprovechamiento a lo largo del cauce. Conocido por sus siglas CMR."*

Es apreciable que dicha definición se aplica a un caudal de reposición o de mantenimiento, de manera que una concesión de aprovechamiento de agua no implique que el cauce se quede seco y, más bien, procurar garantizar el flujo de una cantidad mínima de agua en el cauce del río aprovechado.

"Caudal Ecológico: *Caudal de mantenimiento, es el caudal que hay que dejar en un río aguas abajo de cada aprovechamiento de regulación o derivación (modificación del régimen natural) para que se mantenga un nivel admisible de desarrollo de la vida acuática."*

Tal y como se puede apreciar, esta definición es bastante más completa que la anterior, pues no supone únicamente actividades de aprovechamiento sino también aquellas de modificación del régimen natural, haciendo énfasis en el que sea posible mantener un nivel admisible de desarrollo de la vida acuática.

Ante esta distinción en las definiciones, es importante determinar la aplicable para el Sistema de Control de Inundaciones: partiendo tanto de la realidad del Río Limoncito (y las desviaciones a las cuales ha sido sometido), así como de las obras a realizar como parte del proyecto es posible concluir que la definición más adecuada es la de caudal ecológico, lo anterior como un mecanismo a través del cual se permita el desarrollo de la vida acuática existente.

Ahora bien, es importante destacar que las obras realizadas con anterioridad al Río Limoncito no garantizaron la permanencia de un caudal ecológico. Por esta razón y a efectos de disminuir los impactos del proyecto, sería relevante que como parte de la gestión ambiental requerida se invierta en el desarrollo de infraestructura que produzca una condición de caudal ecológico en el Río Limoncito. Esto de previo a la ejecución del sistema de control de inundaciones, cuya infraestructura deberá estar dirigida a desviar únicamente los excedentes de agua producto de eventos extremos y no el caudal normal del río.



Creación y modificación de infraestructura dentro del Refugio de Vida Silvestre Mixto Limoncito.

El Decreto Ejecutivo N° 23121 del 7 de febrero de 1994 creó el Refugio Nacional de Vida Silvestre Limoncito, de propiedad estatal, al sur de la ciudad de Limón, con el fin de proteger los ecosistemas de humedales existentes en el área que comprende. Posteriormente, el Decreto N° 23259-MIRENEM del 27 de abril de 1994 modificó la categoría del Refugio, para asignarle la de propiedad mixta.

Su régimen legal es entonces mixto entre propiedad privada y propiedad pública. La administración corresponde al Sistema Nacional de Áreas de Conservación respectivo quien, al igual que los particulares, deberá respetar lo establecido en el Plan de Manejo.

Para el caso concreto del Sistema de Control de Inundaciones y las obras a realizarse en el Refugio Mixto de Vida Silvestre Limoncito, en la sección *Concordancias con los planes del uso de la tierra*, se analiza específicamente la correspondencia técnica entre lo permitido por el Plan de Manejo y algunas de las actividades previstas para el proyecto.

Al respecto es importante señalar que mediante consulta telefónica al señor Mario Solano de la Gerencia de Manejo de Recursos Naturales¹ del SINAC, se nos indica que el Plan de Manejo remitido dentro de la información brindada por SENARA no se encuentra en vigencia pues está en estudio de aprobación por parte del SINAC.

No obstante lo anterior, desde el punto de vista legal, es importante acotar que de acuerdo con el artículo 82 de la Ley de Conservación de Vida Silvestre, las personas físicas o jurídicas que deseen realizar actividades o proyectos de desarrollo y de explotación de los recursos naturales, comprendidos en los refugios mixtos requerirán de la autorización de la Dirección General de Vida Silvestre.

El artículo 51 del Reglamento a la Ley de cita, señala que el MINAE a través del SINAC, podrá autorizar dentro de los límites de los Refugios de Propiedad Mixta, de conformidad con los principios de desarrollo sostenible planteados en los planes de manejo, las siguientes actividades:

- a) Uso agropecuario.
- b) Uso habitacional.
- c) Vivienda turística recreativa.
- d) Desarrollos turísticos, incluye hoteles, cabinas, albergues u otros que realicen actividades similares.
- e) Uso comercial (restaurantes, tiendas, otros).
- f) Extracción de materiales de canteras (arena y piedra).
- g) Investigaciones científicas o culturales.
- h) Otros fines de interés público o social y cualquier otra actividad que el SINAC considere pertinente compatibles con las políticas de Conservación y desarrollo sustentable

Del listado anterior se colige que el Sistema de Control de Inundaciones se categoriza como una actividad con fines de interés público o social, dado que las obras a realizar. De esta manera, le aplicaría lo indicado en el artículo 151 del Reglamento en mención, el cual señala:

¹Teléfono 2522-6500. Ext. 354



"Los interesados en realizar actividades de tipo a y h contempladas en el artículo 151 de este reglamento deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Presentar solicitud por escrito ante las oficinas del SINAC, en el Área de Conservación que corresponda.*
- b) Original y copia certificada de la escritura o concesión.*
- c) Original o copia certificada del plano catastrado. En la Zona Marítimo Terrestre, si la propiedad no está amojonada el SINAC solicitará al IGN dicho amojonamiento. Si el documento no puede catastrarse por ausencia de amojonamiento, el SINAC solicitará copia de un plano y verificará mediante inspección de campo la posesión y verificación de límites.*
- d) Certificación de personería jurídica en caso de sociedades.*
- e) Presentación de la Viabilidad Ambiental otorgada por la SETENA.*
- f) Plan de Manejo, tal como la establece la Ley de Biodiversidad."*

De esta manera, es trascendental para la ejecución de las obras del proyecto que se cuente con la debida autorización del SINAC, una vez otorgada la viabilidad ambiental del mismo. Esta exigencia legal, deberá ser incluida y contemplada en la elaboración de los Términos de Referencia a elaborar como parte de la Consultoría.

Con respecto al capítulo del marco legal, ha llegado a las siguientes conclusiones dos conclusiones: (i) como en el desarrollo de cualquier actividad constructiva, existe una serie de normativa vigente que es necesario respetar en la ejecución del proyecto y (ii) las particularidades de los espacios en los cuales se van a desarrollar las obras del sistema de control de inundaciones (en especial, áreas de protección del río y refugio mixto de vida silvestre), implican requisitos legales ambientales adicionales como lo es la declaratoria de conveniencia nacional de proyecto mediante decreto ejecutivo. El desarrollo completo de estos aspectos se encuentra en el Anexo número 4 del presente documento.



VI. Línea base

En este capítulo se presenta un resumen de la descripción de los ambientes físico, biológico, social y económico de la zona de estudio, los cuales conforman la línea base que se utiliza en los capítulos posteriores de este estudio; la descripción completa se presenta en el Anexo 5. Es importante señalar que de acuerdo al tema desarrollado, el área en la que se presenta la información puede variar.

SECCIÓN 5. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO

5.1. Geología: en el AP y sus alrededores afloran materiales de origen sedimentario pertenecientes a las Formaciones Senosri, Uscari, Río Banano, Limón y Suretka, así como los depósitos recientes de origen aluvial y coluvial. De acuerdo al mapa geológico incluido en el informe, el proyecto se desarrollará principalmente sobre los depósitos recientes.

Estructuras: de acuerdo al mapa geológico incluido, se han identificado tres tipos de estructuras originadas por esfuerzos tectónicos: compresión, distensión y de cizalle. El AP se localiza dentro de una región sísmica caracterizada por la presencia de importantes fallas, las cuales en diversas ocasiones, han generado eventos sísmicos de importancia llegando a causar daños de consideración en el cantón.

Los efectos más importantes de un sismo podrían ser: amplificaciones de la onda sísmica en aquellos lugares donde el tipo de suelo favorece este proceso, licuefacción del suelo sobre todo en aquellas áreas cercanas a la costa donde los terrenos están conformados por acumulación de arenas, deslizamientos de diversa magnitud sobre todo en las partes medias y altas de los principales ríos, tsunamis o maremotos, asentamientos de terrenos donde se han practicado rellenos mal compactos o existen suelos poco compactos, y fracturas en el terreno. De estos los efectos, los deslizamientos no se consideran una amenaza directa hacia el AP, ya que el proyecto se desarrollará principalmente en terrenos de baja pendiente, sin embargo, es posible que en las zonas montañosas ubicadas agua arriba del AP, los materiales deslizados puedan llegar represar los cursos de agua, potenciando que posteriormente ocurran flujos de lodo que afecten no solo las obras civiles a desarrollar, sino también la población vecina a los cauces a intervenir con el proyecto.

Caracterización geotécnica y estabilidad de taludes: el proyecto se localiza en su totalidad dentro de la Unidad de Suelos Limoncito, que está compuesta por arcillas delgadas de plasticidad intermedia, limos con arena, arenas medias a finas y gravas.

De acuerdo a información de los sondeos para la construcción de los puentes a lo largo de la red vial referentes a los suelos cercanos a los márgenes de ríos y quebradas, se concluye que para la construcción de infraestructura sobre estos suelos, es necesario tomar las medidas pertinentes para evitar daños en la infraestructura debido a movimientos de expansión y contracción.

Además para conformar taludes de poca altura, lo más estables posibles en cortes, se recomienda como mínimo una inclinación de 3:1 (Horizontal: Vertical), debiendo evitar por completo el escurrimiento e infiltración de aguas pluviales y servidas, ya que ello ocasionaría erosionamiento, y por ende desestabilizaría los taludes (Hay algunos casos en donde se recomiendan inclinaciones de 2:1 (horizontal: vertical)).



5.2. Geomorfología: el contexto morfológico del área de estudio consiste de una zona costera, la cual presenta un relieve plano en la zona de humedal justamente donde se considera realiza la construcción de canales para drenar el exceso de agua que genera inundaciones durante época lluviosa. En las zonas más elevadas se presentan formas plano-onduladas y laderas que drenan las aguas en general en direcciones sureste y noreste, lo que aporta agua al humedal.

El patrón de drenaje se encuentra subordinado a la geomorfología, debido a que la forma del relieve y la composición del mismo, dirige la escorrentía en direcciones preferenciales de acuerdo al sentido de la pendiente.

Respecto a la geomorfología, la forma del relieve de la zona genera naturalmente zonas inundables, ya que se trata de una zona plana ubicada a una menor elevación hacia donde se drenan las aguas de las zonas más elevadas. La desviación de aguas superficiales mediante canales genera una evacuación acelerada dependiendo de la pendiente de los canales disminuyendo el nivel de los mismos.

5.3. Clima: en la cuenca del río Limoncito predomina el clima tropical húmedo sin presencia de un periodo seco bien definido. Es característico de este régimen climático la precipitación abundante, alta humedad relativa y altas temperaturas. Dentro de la categoría de zonas de vida de Holdridge es considerada como de Bosque muy húmedo premontano transición a basal.

5.4. Hidrología

5.4.1. Aguas superficiales

Inundaciones en la cuenca baja del río Limoncito: de acuerdo al modelado hidráulico realizado para períodos de retorno de 10, 25 y 50 años para las condiciones actuales, en términos generales, el agua ingresa al humedal al desbordarse el canal San Rosa. Una vez dentro existe una cantidad de agua que es posteriormente evacuada por el mismo canal, mientras que una parte es evacuada por el canal JAPDEVA (cerca de Barrio San Luis). Asimismo, sobre el río Limoncito, se presentan problemas de inundación desde el trasvase actual hacia el Canal Santa Rosa (aguas arriba) hasta aguas abajo del puente en la comunidad Los Cocos (punto final de la simulación). Estas inundaciones son provocadas por la baja capacidad hidráulica del cauce del río Limoncito y, adicionalmente, el efecto de la quebrada Chocolate.

Para un período de retorno de 10 años, la máxima inundación, que se presenta a las 24 horas de haberse dado la creciente. Para esta condición, las profundidades máximas alcanzadas por el agua dentro del humedal son del orden de 1,28 m, mientras que las profundidades mínimas alcanzan valores de 0,10 m; en el caso de las velocidades, estas son del orden de los 0,48 m/s como máximo y de 0,06 m/s como mínimo. El humedal permanece inundado durante 39 horas.

En cuanto al río Limoncito, los valores máximos de profundidad se encuentran alrededor de los 4,16 m cerca del EBAIS de Los Cocos. Entre este punto y el Bar Chita se presentan problemas de desbordamiento sobre ambas márgenes del río. En dicha zona se presentan niveles de inundación que superan los 2 m de profundidad. Un aspecto importante es que en el Bar Chita se ubica la confluencia de la quebrada Chocolate y el río Limoncito. Esta



condición provoca que una vez que se alcanzan valores altos de caudal en cualquiera de los dos cuerpos de agua, se produce un remanso que ocasiona inundaciones aguas arriba del Bar Chita.

En cuanto al canal JAPDEVA, las profundidades máximas alcanzan valores del orden de los 4,86 m cerca de la comunidad de Cieneguita. Al Oeste de esta comunidad, cerca del Orfanato Los Cocos, se presentan problemas de inundación. Esta zona se ve afectada por el agua que se desborda del río Limoncito y, debido a la topografía alcanza a llegar al canal JAPDEVA, provocando que la zona que se encuentra entre estos dos cuerpos de agua se vea inundada. Con relación a las velocidades de flujo, los valores máximos se encuentran alrededor de 0,83 m/s, mientras que los mínimos en el orden de los 0,04 m/s.

Para los períodos de retorno de 25 y 50 años, el comportamiento general de la inundación sigue el mismo patrón que el mostrado para las crecientes con 10 años de periodo de retorno. Esto debido a que los hidrogramas presentan un patrón similar, donde su única variación se presenta en la magnitud de caudal. Esto se refleja en los resultados hidráulicos obtenidos.

Calidad del agua superficial: a partir de 12 puntos de muestreo se obtiene un panorama general de la calidad del agua en diversas partes de la cuenca del Río Limoncito y las subcuencas que comprende el estudio. Los cauces presentan grados de contaminación muy bajos o inexistentes en los tramos donde recorren las zonas rurales y boscosas de las respectivas cuencas, por lo que sus desvíos de caudal en las partes altas no deberían suponer un cambio en el grado de contaminación de otros cuerpos de agua, tales como el humedal del RNVS Limoncito o en las salidas al mar. Sin embargo, en las zonas urbanas se nota un fuerte efecto antrópico en la calidad de los cuerpos de agua.

De acuerdo a los estudios realizados a los lodos provenientes de los cauces urbanos de los ríos y quebradas que se excavarían, estos presentan una composición similar a los abonos orgánicos por lo que se recomienda secarlos y utilizarlos como tales. En el caso que se depositen en un sitio sin secarlos, por las características del agua superficial indicadas, deben hacerse estudios adicionales específicos para evitar alguna contaminación, por ejemplo: un estudio de tránsito de contaminantes.

Cuadro 5.4.1-1 Resultados obtenidos para el Índice de Calidad

Parámetro	Nitrógeno Amoniacal	DBO _{5,20}	Saturación de O ₂	Puntaje obtenido	Color	Clasificación
Unidad	mg NH ₄ ⁺ /L	mg O ₂ /L	%			
Punto #1	< 0,060	< 2,0	32.3	6	Verde	Contaminación incipiente
Punto #2	< 0,060	< 2,0	84.6	4	Azul	Sin contaminación
Punto #3	< 0,060	< 2,0	83.9	4	Azul	Sin contaminación
Punto #4	1.258	7.64	86.4	8	Amarillo	Contaminación moderada
Punto #5	0.111	< 2,0	34.7	6	Verde	Contaminación incipiente
Punto #6	2.12	4.44	40.5	10	Amarillo	Contaminación moderada
Punto #7	0.99	< 2,0	16.1	8	Amarillo	Contaminación moderada
Punto #8	2,11	3.94	18.9	11	Anaranjado	Contaminación severa
Punto #10	< 0,060	< 2,0	29.9	7	Verde	Contaminación incipiente



Cuadro 5.4.1-1 Resultados obtenidos para el Índice de Calidad (Continuación)

Parámetro	Nitrógeno Amoniacal	DBO _{5,20}	Saturación de O ₂	Puntaje obtenido	Color	Clasificación
Unidad	mg NH ₄ ⁺ /L	mg O ₂ /L	%			
Punto #11	0.088	7.51	64.7	7	Verde	Contaminación incipiente
Punto #12	0.157	< 2,0	17	7	Verde	Contaminación incipiente

Fuente: Trabajo de campo, ProDUS, 2013

En el cuadro 5.4.1-1 se muestran los resultados que se observan en el Mapa 5.4.1.1-1, el cual se encuentra en el Anexo 5.

Corrientes, mareas y oleaje: el impacto de estas obras es totalmente despreciable para el mar, la dinámica costera y la playa. Además, analizando la dinámica de la zona, es muy probable que la nueva configuración de obras trabaje de forma muy similar a como trabajaba el sistema antes de la construcción de la carretera hacia el sur de Limón y el aeropuerto; por lo que aunque el efecto es despreciable, probablemente se acerque más a su condición original antes de la intervención del hombre en dicha zona.

5.4.2. Agua subterránea: en el área de estudio hay acuífero aluvial con características de confinamiento o semiconfinamiento, donde las capas de arcillas superiores tendrían la función de acuícludos o acuitardos. Bajo estos acuíferos sería posible encontrar también acuíferos fisurados, los cuales se ubicarían en las formaciones sedimentarias regionales (rocas carbonatadas, lutitas y areniscas).

El tiempo de tránsito de contaminantes tiene valores inferiores a los 70 días en un área que está restringida a las zonas de llanura aluvial de baja pendiente, que es justamente en el área sobre la que se desarrollará el proyecto aquí analizado. En cuanto a la vulnerabilidad a la contaminación, esta es baja en gran parte del área de estudio, salvo el sector en un sector donde se ubica una barra arenosa, en cuya extensión la vulnerabilidad es moderada.

Los resultados obtenidos significarían un aspecto negativo para la realización del proyecto en el caso que el mismo involucre el desarrollo de obras civiles permanentes con aporte de aguas residuales.

5.5. Calidad del aire: hay sitios problemáticos de concentración de malos olores generados principalmente por la acumulación de desechos sólidos y la descarga directa de aguas residuales a los cauces; una parte de la población realiza quemas de basura, emitiendo gases contaminantes a la atmósfera; y gran parte de las carreteras son de lastre, por lo que en época seca, al pasar los vehículos se levantan partículas de polvo, provocando molestias a los vecinos.

No hay presencia de industrias importantes que emitan gases a la atmósfera; y en general, la zona no cuenta con problemas de acumulación de tránsito que generen alta contaminación por emisiones vehiculares (únicamente en la Ruta Nacional N°32 se puede ubicar una mayor concentración de vehículos livianos y de carga pesada).

Ruidos y vibraciones: la zona en general no presenta una problemática importante en este aspecto, sin embargo se pueden identificar algunas fuentes de contaminación



acústica: tramos de carreteras muy transitadas por vehículos pesados, el paso del tren sobre la línea férrea dentro del área de estudio y, los aterrizajes y despegues de aeronaves pequeñas en el Aeropuerto de Limón.

5.6. Amenazas naturales:

Amenaza sísmica: las características mecánicas de las obras serán evaluadas en los diseños de cada obra a realizar, sin embargo centrándose en las condiciones del espacio, de acuerdo al Código Sísmico de Costa Rica, para la zona de estudio en específico y según el tipo de suelo, para un periodo de retorno de 475 años se espera una aceleración pico efectiva que va desde los 0,30 hasta los 0,36 respecto a la aceleración de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$).

Erosión: es un proceso paulatino de degradación y transporte del suelo o roca mediante las fuerzas climáticas, tales como precipitación, escorrentía o viento. Por las condiciones climáticas del país, la erosión más común es aquella ligada a las condiciones hídricas, es decir aquellas que se dan por la precipitación o la escorrentía. Por la combinación de velocidades y suelos susceptibles a la erosión en la zona debe implementarse alguna medida de protección en los taludes de los canales.

Licuefacción: fenómeno natural en el cual una capa del suelo con determinadas características sufre un reacomodo en sus partículas debido al efecto dinámico de una fuerza lateral, provocando un asentamiento instantáneo, y una pérdida de la resistencia del material en su sección transversal a la superficie. En la zona de estudio se determinó la existencia de suelos licuables, no licuables y una zona donde hay probabilidad de que se encuentren suelos potencialmente licuables.



SECCIÓN 6. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIOLÓGICO

6.1 Ambiente terrestre: la fragilidad del ecosistema terrestre se cataloga como alta, ya que las alteraciones que llegaran a sufrir algunas áreas riparias no permitirán recuperar su estado natural, principalmente aquellas zonas del río Limoncito, la Quebrada Chocolate y la Quebrada Sin Nombre (Quebrada Chinita), así como la ampliación a lo ancho del canal Santa Rosa. Los canales de ampliación propuestos, no van a permitir la recuperación natural de las zonas de protección de los cauces involucrados, debido a que dentro de algunos sectores, la franja de tierra disminuirá considerablemente, además que serán colocados materiales como bloques de concreto articulado y tablaestaca los cuales van a dificultar la colonización, regeneración y procesos de sucesión natural. La vegetación riparia o zona de protección de los cauces tanto de ríos como quebradas involucrados en el proyecto, se verán seriamente afectados, incluso se estarían eliminando los únicos espacios "verdes" localizados dentro de zonas residenciales particulares. Se debe valorar cuáles sectores permiten mantener algunas especies de árboles y vegetación arbustiva para mantener el entorno paisajístico y la cobertura vegetal, así como los árboles de tamaño considerable. Además considerar si es posible proteger aquellas áreas que presentan una mayor presencia de especies de árboles en las márgenes de los ríos, quebradas y canales, para garantizar la presencia de áreas con cobertura vegetal. Es importante determinar la cantidad de sedimentos arrastrados por los cauces y valorar una posible afectación hacia el ecosistema marino, o lugares donde se dará la desembocadura de esos canales. En época seca, valorar la cantidad de aguas retenidas y estancadas que podrían mantenerse en el canal ampliado, generando una problemática a nivel de vectores de enfermedades, principalmente de insectos.

Cobertura vegetal actual por asociación natural: se encontraron un total de 105 especies de plantas leñosas en 39 familias. De acuerdo a la composición de especies en las distintas localidades, se dispone de información para caracterizar 5 ecosistemas: 1) Ecosistemas urbanos, 2) Ecosistemas agrícolas y ganaderos, 3) Crecimiento secundario extenso, 4) Yolillales y 5) Vegetación costera de barras arenosas. Si bien es cierto no hay ecosistemas en peligro crítico a nivel global en el área de estudio, existen asociaciones que son vulnerables como es el caso de los yolillales que se caracterizan por presentar una biota especializada y restringida a las condiciones particulares de este ambiente.

En la mayor parte del ecosistema urbano, la vegetación está prácticamente restringida a las orillas de los ríos y quebradas, pues son unas de las pocas áreas verdes recreativas a las cuales la población de la cuenca baja del río Limoncito tiene acceso. Esta vegetación será removida completamente en amplios sectores de los cauces de los ríos. Conociendo el alto riesgo social de la zona, y el derecho de la población a un medio ambiente sano, es necesario conservar hasta donde sea posible la vegetación del lugar ya que fue posible observar a los pobladores locales disfrutar de esta. Igualmente, muchas de las especies encontradas actúan como reductoras de la erosión de las riberas y mitigadoras de los efectos de tormentas al disminuir la escorrentía superficial o incluso mantener la fertilidad del suelo. Además no se puede olvidar que la vegetación constituye hábitat y alimento de la fauna nativa. Tomando en cuenta la biomasa y la relevancia para el ecosistema ripario, no se deben remover árboles de más de 6 metros de altura, y con DAP de más de 10 cm. Los árboles con estas características de porte y dimensiones son poco frecuentes en el área a intervenir, pero algunos individuos superan esa altura y diámetro considerablemente.

6.2 Ambiente marítimo: durante la época seca en Puerto Limón el nivel que algunas quebradas presentan son excesivamente bajos (especialmente con los trasvases que han



sido construidos desde hace algunas décadas), y la fauna acuática de las cuencas media y baja, así como las costeras, se ven en condiciones de alto estrés, debido a la poca circulación de agua, el aumento de temperatura del medio, y la consecuente disminución de disponibilidad local de oxígeno. En condiciones de poco oleaje, las vías de agua dulce, sean ríos, quebradas o canales artificiales, reciben poca influencia marina. Más bien, es la salida de agua dulce hacia el mar la que define las condiciones superficiales de la franja costera. Cuando hay marejadas producto de tormentas lejanas o huracanes, el agua salada posiblemente asciende río arriba hasta cierto nivel, según la intensidad del oleaje y el nivel de la marejada. Sin embargo, si hay una gran descarga simultánea de agua dulce proveniente de la precipitación y los acuíferos locales se produciría una mezcla de ambas fuentes.

La zona marino costera adyacente o potencialmente afectada por el proyecto incluye tres tipos principales de comunidades biológicas: Estuarina, Costera pelágica en sustrato arenoso y Arrecifal. Cabe destacar que varias especies usan dos o más hábitats en distintas etapas de su ciclo de vida, y por lo tanto, es importante considerar las tres comunidades dentro de un enfoque ecosistémico, con diversos grados de conectividad entre ellas. La canalización pre-existente al proyecto ha sustituido el sistema permanentemente pantanoso original, por áreas relativamente secas con propensión a inundaciones cíclicas. La fauna acuática ya ha sufrido alteraciones en su distribución y en la disponibilidad de un hábitat adecuado. Por esta razón, en el humedal las especies acuáticas suelen abundar más en canales que en las extensas zonas ya parcialmente desecadas.

Dadas las características biológicas, tectónicas, oceanográficas, hidrológicas y climatológicas de la zona marino costeras asociada al área de estudio, así como el estatus de protección y la infraestructura desarrollada previamente al proyecto de Sistema de Control de Inundaciones en la Cuenca Baja del río Limoncito, se puede partir de la premisa de que las comunidades acuáticas bajo consideración se encuentran en una condición alterada desde la década de los años 50, y más notoriamente a partir de mediados de los años 70, cuando el desarrollo urbano se aceleró. Un caudal mínimo para la fauna acuática puede ser más riesgoso, que las grandes avenidas en las quebradas. De este modo, la época seca se convierte en un factor limitante para el diseño de algunas partes de la obra. La creación de agua estancada en ciertos puntos podría generar mayores riesgos de enfermedades infecto-contagiosas transmitidas por mosquitos, como el dengue. La eliminación de árboles riparios presenta un problema para algunas especies que requieren sombra en el agua, así como aquellas de alimentación alóctona. La remoción constante de grandes obstáculos es indispensable, para que todos los cauces de quebradas y canales puedan soportar algunas avenidas.

6.3 Ambiente acuático

Calidad biológica del agua: los sitios de estudio presentaron individualmente una riqueza de taxa de macroinvertebrados acuáticos relativamente baja. No obstante, la riqueza de taxa total del área de estudio no fue tan baja, ya que se encontraron 58 taxa, dentro de 40 familias. El índice de calidad de agua BMWP-CR clasificó 7 de los sitios de muestreo en categorías malas, 2 sitios regulares y un sitio con calidad ecológica buena. La abundancia y la riqueza de especies de peces fueron relativamente bajas, con excepción del sitio "Quebrada Sin Nombre (Quebrada Chinita), cuenca alta", en donde la abundancia y riqueza de especies fueron mayores. Dada la naturaleza de las obras del Proyecto, se espera que los principales impactos al ecosistema acuático lótico sean: liberación de sedimentos,



disminución de materia orgánica aportada por la vegetación ribereña y pérdida de microhábitats por la canalización de los ríos y quebradas.

Los macroinvertebrados forman parte importante de las cadenas alimenticias, tanto para especies acuáticas como peces, como para especies terrestres (como aves, murciélagos, anfibios, algunos reptiles, arañas y otros insectos). La actividad de construcción de vías e infraestructura podría tener efectos directos e indirectos en el ecosistema del río en general. Uno de los aspectos más importantes a considerar es la liberación de sedimentos, éstos afectan la fauna tanto en el propio sitio como río-abajo del mismo (incluyendo su transporte a los ambientes costeros y marinos). Los sedimentos finos en suspensión dificultan la respiración de los organismos y también pueden afectar sus mecanismos de alimentación. Además, si se construyen represas o alguna obra que dificulte el paso de fauna acuática, esto podría afectar el tránsito de organismos, lo cual sería especialmente perjudicial en el caso de especies migratorias, que requieren desplazarse para completar sus ciclos reproductivos, ya que podrían verse imposibilitadas de pasar esta barrera antropogénica. La actividad y el paso de la maquinaria por el lecho del río destruyen los microhábitats y causa la deriva de los organismos, que son arrastrados corriente-abajo. La eliminación de la vegetación ribereña puede tener un efecto negativo sobre la fauna acuática, debido a la disminución de hojarasca, raíces sumergidas, que conlleva a que haya una menor cantidad de alimento y menor diversidad de microhábitats dentro del río. Finalmente, puede haber un efecto negativo por una posible contaminación por hidrocarburos y aceites, desechos sólidos entre otros, lo cual disminuye considerablemente la calidad del agua tanto en el propio sitio, como río-abajo.

Todos estos efectos pueden llegar a ser más pronunciados en condiciones de caudal bajo, especialmente en la época de menor precipitación. Al haber menor caudal, el efecto de dilución de los sedimentos es menor, por lo que el efecto negativo sería mayor.



SECCIÓN 7. DESCRIPCIÓN DE LOS AMBIENTES SOCIAL Y ECONÓMICO

7.1 Uso del suelo en la cuenca: la cuenca del río Limoncito se clasificó en ocho categorías (ver cuadro 7.1.1): bosque, charral, cultivo, pastos, suelo desnudo, agua, uso urbano y aeropuerto. Los usos predominantes en la cuenca son bosque, pastos y cultivos. El 42,1% del área de la cuenca corresponde a bosques, siendo la mayor la concentración boscosa en la parte alta de la cuenca, conservándose sectores pequeños entre la zona del Refugio Nacional Mixto de Vida Silvestre Limoncito y sus alrededores. Para efectos del manejo de aguas, los terrenos boscosos presentan una mayor retención del agua, lo que favorece el retardo y disminución de escorrentía de las aguas llovidas. En las elevaciones intermedias se presenta la mayor concentración de pastizales, que para efectos de la cuenca equivalen al 29,0% del área, siendo la mayoría sectores en que la práctica de la ganadería y la agricultura ha llevado a la disminución de la cobertura boscosa de la zona, lo que induce una mayor escorrentía asociada a una menor capacidad de infiltración. La distribución de los cultivos abarca el 10,5% del territorio. El uso urbano equivale al 9,3% del área, concentrándose en las riberas bajas del río Limoncito y alrededor de la quebrada Chocolate, siendo esta zona la que representa la mayor impermeabilización del terreno. Parte del terreno está cubierto por manglares o yolillos, abarcando el 5,8% del terreno de la cuenca. Estos sectores se caracterizan por alta concentración de vegetación de gran tamaño tipo palma, en las cuales se da una gran concentración de humedad.

Cuadro 7.1.1. Uso del Suelo para la Cuenca del río Limoncito.

Uso del Suelo	Área (km ²)	(%)
Bosque	34,258	42,1
Pastos	23,611	29,0
Cultivo	8,528	10,5
Urbano	7,578	9,3
Mangle o Yolillo	4,743	5,8
Charral	2,054	2,5
Aeropuerto	0,259	0,3
Suelo Desnudo	0,200	0,2
Agua	0,192	0,2
Total	81,423	

Uso del suelo urbano: en la zona urbana del área de influencia directa (AID) viven aproximadamente 23.729 personas. En la misma zona, existen aproximadamente 7.188 unidades habitacionales, de las cuales se encuentran ocupadas 6.573, lo que corresponde al 91,44% del total de viviendas. En esta zona se encuentran los barrios de: Limoncito, Cieneguita, San Luis, Los Cocos, Colina, Juan Pablo II, Pueblo Nuevo, Cielo Amarillo, Urbanización 1, Corales 1 y 2, Bambú, Pacuare, San Juan, Urbanización Gertrudis, Urbanización Atlántida, El Trébol, Ceibón, Los Lirios, Juan Gobán y El Carmen.

Como parte del sistema de salud público, se encuentran varias áreas de salud y EBAIS. El Área de Salud de Barrio Los Cocos, incluye el EBAIS y la Clínica de San Juan, donde se brindan servicios de Atención Primaria, Medicina General, Odontología, Vacunación y toma de muestras de laboratorio. Con respecto a la infraestructura educativa, en la zona urbana



se localizan 7 escuelas. También hay otras infraestructuras públicas como Templos, Centros Religiosos y Salones Comunales que son parte social importante de las comunidades.

Tamaño de los lotes en sitios aledaños: la mayoría de los lotes se encuentran por debajo de los 500 m², siendo la mediana de los datos de 265,6 m² (el promedio se ve sesgado por los lotes de mayor tamaño). La parte baja de la cuenca concentra mayoritariamente lotes de tamaños inferiores a los 800 m², mientras que los lotes de mayor tamaño se presentan más bien hacia las partes altas. Esto se debe principalmente a la concentración urbana en la zona baja, mientras que los terrenos de más elevados son mayoritariamente de uso agropecuario o boscoso.

Cuadro 7.1.2.Distribución por tamaño del lote

Cantidad de lotes	Límite Inferior (m ²)	Límite Superior (m ²)
910	0	100
2029	100	200
1611	200	300
1343	300	400
836	400	500
370	500	600
234	600	700
154	700	800
91	800	900
55	900	1.000
226	1.000	2.000
63	2.000	5.000
40	3.000	10.000
65	10.000	50.000
45	50.000	100.000
25	100.000	200.000
8	200.000	500.000
3	500.000	1.000.000
1	1.000.000	5.171.457

Fuente: Municipalidad de Limón. Elaborado por ProDUS, 2013

Dentro del estudio preliminar de identificación de viviendas susceptibles a reasentamiento para la intervención de obras en el Río Limoncito y la sustitución del puente en la comunidad de Westfalia, desarrollado por la unidad técnica ejecutora del SENARA en el año 2012, se identificaron al menos siete viviendas que requieren ser removidas, debido a su cercanía con el cauce de los ríos y su vulnerabilidad. En total se contabilizan cinco viviendas en el sector del río Limoncito, más dos viviendas en las cercanías del puente Westfalia.

7.2 Características socio – demográficas de la población: la zona urbana del Área de Influencia Directa (AID) definida por medio de criterios socioeconómicos, consta de 206



Unidades Geoestadísticas Mínimas (UGM) y se localiza en la parte baja de la Cuenca del Río Limoncito.

Los datos del Censo del 2011 muestran que en las 206 UGM, se tiene una población de 23.729 personas 98% del AID, lo cual representa un 38,9% de la población del distrito de Limón. Cada UGM tiene un promedio de 115 personas, con un mínimo de 11 y un máximo de 683 personas por unidad.

El distrito de Limón entre el año 2000 y el 2011 ha mostrado una tasa de crecimiento igual a 0,12%; la cual está muy por debajo del promedio nacional (1,11%), del de la provincia (1,20%) y el cantón de Limón (0,44%). Asimismo, es destacable que el distrito de Limón, en este periodo de estudio, ha presentado una disminución en la cantidad de hombres y un aumento en la cantidad de mujeres, con un crecimiento total igual a 0,12%.

Los datos del Censo del 2011 muestran como en general la población mayor de 65 años alcanza cerca del 8% y la menor de 15 años es cercana al 31%, por lo que la población de entre 15 y 65 años representa cerca del 60% del total. De manera que, en comparación con otras zonas del país, las zonas de estudio presentan una población joven y una población mayor de 65 años proporcionalmente mayores, lo cual conlleva a una tasa de dependencia alta. La tasa de dependencia demográfica es el cociente de la población en edades económicamente dependientes (los tramos de 0-14 y 65 años y más) entre la población de edades económicamente productivas (15 a 64 años).

Dentro de la zona de estudio el promedio de personas por vivienda es igual a 3,29; mientras que a nivel nacional, cantonal y distrital este promedio es bastante menor (igual a 3,16; 3,17 y 3,07 respectivamente).

Aspectos históricos, culturales y sociales: la conformación de la comunidad de Limoncito es el resultado de la falta de acceso a la tierra y la búsqueda de una mejor calidad de vida, por parte de la población afrocaribeña y mestizo-meseteña. Sus orígenes se remiten a una conformación espontánea y sin planificación integral en los alrededores del Río Limoncito y el Humedal. Esto generó desde un principio el limitado acceso a servicios básicos, deterioro y/o ausencia de la infraestructura pública, inseguridad ciudadana y condición de inhabilitabilidad de algunos sectores del Humedal. Por lo tanto los sectores a intervenir en este proyecto enfrentan problemáticas diversas las cuales son consecuencia directa de la historia de Puerto Limón, la presión generada por su crecimiento urbano descontrolado, ocupación de zonas no aptas para asentamientos humanos, el desempleo y la falta de oportunidades para sus habitantes. Aunque este pretende realizar una mejora a la calidad de vida de la población por medio de la inversión en infraestructura; no se pueden ignorar los problemas sociales existentes, los cuales podrían afectar el desarrollo del mismo. Es indispensable que las medidas de compensación y mitigación propuestas contemplen la inversión tanto física como social y cultural.

Entre las principales fortalezas de la zona sobresale la capacidad organizativa de sus habitantes y la presencia institucional por parte del CENCINAI, centros educativos, iglesias, EBAIS y el IMAS, cuyas diferentes áreas de trabajo generan beneficios a diferentes sectores de la población. El trabajo en conjunto, persiguiendo objetivos claros, comunes y en busca del bienestar colectivo debe convertirse en directriz para la puesta en marcha de los distintos planes de gestión ambiental. El paisaje natural es un elemento fundamental en la dinámica cotidiana de las personas pobladoras, quienes viven el espacio a partir de diferentes actividades que generan el intercambio social entre niños, jóvenes y adultos.



Éste se ve representado principalmente por el río y la ribera arbolada que le caracteriza, aunque también incluye al Humedal y los diferentes canales que comunican con éste. Se conforma así una unidad paisajística compleja donde el componente social y su sentido de pertenencia hacia ésta se deben tomar en cuenta para determinar los impactos del proyecto y de qué manera se puede compensar efectivamente cualquier cambio introducido en ella. Al respecto es posible afirmar que aunque el uso de estos recursos naturales ha disminuido paulatinamente por la contaminación e inseguridad, todavía persisten en el imaginario social como elementos identitarios de la comunidad y puntos de referencia importantes en el sector.

Características socioeconómicas de la población: la zona urbana cuenta con una población económicamente activa (PEA) de 8.509 personas (36% de la población total), de las cuales 8.134 están empleadas y solo 375 están desempleadas, lo que representa una tasa de desempleo abierto de 4,41% más baja que la del distrito de Limón y el cantón de Limón, pero más alta que el promedio nacional (3,41%).

La zona urbana está concentrada en el sector servicios, donde más del 80% de las personas se dedica a estas actividades, principalmente actividades de comercio al por mayor y al por menor y en menor medida trabajos relacionados con educación, salud, seguridad u otras actividades del sector público, que en la mayoría de los casos tienden a ofrecer mayor salarios. En cuanto a la industria, cerca del 14% de las personas se dedican a este tipo de actividades. Por último el sector primario es el que tiene menos participación, siendo ésta menor al 5%. En cuanto al empleo no calificado, el porcentaje en la zona de estudio es menor al porcentaje nacional (21,6%) al del cantón de Limón (26,5%) pero mayor al del distrito de Limón (17,4%). La información de empleo no calificado que afecta a uno de cada 5 trabajadores es importante tomarla en cuenta, ya que este tipo de empleo es el que genera menos ingresos a los hogares y por lo general estas familias se encuentran por debajo de la línea de pobreza y pobreza extrema.

7.3 Servicios de emergencia: para situaciones que requieran atención de emergencia primaria se cuenta con un puesto de Cruz Roja frente al Muelle de Limón, en tanto que para atención más especializada, el Hospital de Limón se encuentra cerca de un kilómetro más hacia el norte de la Cruz Roja. Debido a la distribución de las carreteras, para desplazarse hacia cualquiera de estos centros de atención se debe hacer uso de las rutas 32 ó 36 y luego desviarse por rutas cantonales. Del mismo modo, la estación de bomberos se encuentra a dos cuadras de la base de la Cruz Roja, por lo que el desplazamiento hacia las obras debería de realizarse por la misma ruta. De presentarse un acontecimiento que requiera de intervención policial, el puesto de la Fuerza Pública se encuentra ubicado al costado este del estadio de fútbol Juan Gobán. Un segundo puesto policial se ubica al sur del puente, propiamente en el barrio Cieneguita. Las oficinas del Organismo de Investigación Judicial (OIJ) se ubican 900 metros hacia el norte del mismo puente.

7.4 Servicios básicos disponibles

Agua potable: el abastecimiento de agua potable en la zona de estudio no representa una problemática para la realización del proyecto.

Alcantarillado pluvial: la gran mayoría de barrios y áreas urbanas, no cuentan con infraestructura de alcantarillado pluvial (únicamente el Barrio Los Cocos). La inexistencia de esta infraestructura en una zona con altos niveles de precipitación tiene consecuencias importantes en la calidad de vida de las personas como: aumento de inundaciones, riesgo



sanitario asociado a presencia de aguas residuales mezcladas con aguas pluviales, mayor cantidad de problemas de salud en la población por presencia de vectores, entre otros.

La caracterización realizada sobre el sitio, evidencia que en la zona es urgente el diseño y construcción de un sistema de evacuación pluvial integral.

Alcantarillado sanitario: la contaminación de los ríos en la parte urbana tiene dos fuentes principales: los residuos sólidos que son depositados en el cauce de los ríos y quebradas de la zona, y las descargas directas de aguas residuales de las casas que se sitúan frente a estos cauces. Actualmente, al darse una inundación, el agua que alcanza las casas contiene un alto grado de contaminación, llevándolo a convertirse en un problema de salud pública, debido a la posibilidad de brotes de enfermedades.

El proyecto de control de inundaciones no eliminará por completo la ocurrencia de estos eventos, pero sí pretende reducir su frecuencia. Ante este panorama, se vuelve primordial que mejore la calidad de agua de los ríos y quebradas, con el fin de evitar que, en el caso de alcanzar viviendas, las inundaciones que se den provoquen la menor cantidad de problemas de salud de los pobladores.

Por otra parte, la zona presenta tres condiciones físicas que dificultan la utilización de sistemas individuales de tratamiento, principalmente el tanque séptico con zonas de drenaje: alto nivel freático, presencia de material fino (predominantemente arcillas) y el pequeño tamaño de la mayoría de los lotes (en zona urbana).

Cuadro 7.4.1 Sistema de disposición de aguas residuales en Limoncito

Sistema utilizado	N° viviendas	%
Alcantarillado Sanitario	205	5.21
Tanque Séptico	3567	90.72
Descargas directas a río o quebrada.	130	3.31
Pozo Negro o letrina	30	0.76
No tiene servicio sanitario	0	0
Total	3932	100

Fuente: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura al Cambio Climático: Sistema de Recolección, Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales" (CFIA, IMN, AyA, 2011)

Ante esta situación, se considera importante llevar a cabo este proyecto con la construcción del alcantarillado sanitario (que se conectará al Emisario Submarino) de manera paralela, con el fin de darle a la población una solución integral.

Desechos sólidos: aunque el servicio de recolección y disposición final de los desechos sólidos en los alrededores del río Limoncito es brindado por la Municipalidad de Limón, gran cantidad de éstos son depositados en quebradas y ríos de la zona; lo que muestra un problema de educación en la población.

Cuando las vías son angostas y se dificulta el paso de los camiones recolectores, los pobladores los depositan en ciertos puntos en las calles cerca de los ríos, lo cual provoca en muchos casos que los desechos se dispersen por la calle o incluso sean arrastrados hacia el río.



Por otra parte, la Municipalidad no cuenta con el servicio de recolección separada de residuos reciclables y ni programas específicos para su aprovechamiento. En algunas escuelas y colegios del cantón se reciben este tipo de residuos, y ocasionalmente se realizan las campañas del Programa Ambientados en el centro de Limón.

Energía eléctrica: se cuenta con el servicio eléctrico disponible para la realización del proyecto.

7.5 Percepción local del proyecto y sus posibles impactos: con el objetivo de poder determinar la percepción y conocimiento de la población con respecto al proyecto, algunas características de los hogares, el empleo, uso, problemas e importancia del río entre otros, se aplicó una encuesta a la zona urbana del área de influencia directa. La encuesta se realizó con un nivel de confianza del 98,7% y un nivel de error del 2,4%, la cantidad de viviendas encuestadas fue de 1176 de 4.816 viviendas. Los resultados obtenidos muestran que el 95% de las personas entrevistadas dijo estar de acuerdo con el proyecto, un 4% en desacuerdo y un 1% dijeron estar indecisos. Existe un porcentaje importante de personas que a la hora de la encuesta dijo no conocer a fondo el proyecto y rondó el 68%. Por otro lado, el análisis muestra que alrededor del 53% de las viviendas dijo tener problemas de inundación a diferentes frecuencias y alturas. Las personas dijeron que en época seca el río baja mucho el nivel del agua, y además externaron en más del 50% de los casos que el río es muy importante o algo importante. De igual forma, los datos revelan que más de la mitad de las viviendas encuestadas (56%) depositan los desechos sólidos al río y más del 80% de los casos entrevistados mostraron tener problemas de aguas sucias en el río. Con respecto a opciones de recreación, en la mayoría de los casos se externó la necesidad de áreas recreativas como parques infantiles, plazas, parques entre otros, de igual forma la mayoría de las personas no le da uso recreacional al río, sin embargo, aquellas que lo utilizan dijeron usarlo para compartir con otras personas, para disfrutar o para conversar. Por último, utilizando herramientas econométricas se encontró una relación estadística entre aquellas personas que tienen problemas de inundación, viven en zonas de pobreza, o le dan gran importancia al río con el hecho de estar de acuerdo con el proyecto.

7.6 Infraestructura comunal: la mayoría de la infraestructura de uso comunal (centros educativos, iglesias (son distinción de credo), estaciones de recarga de combustible, centros de atención de emergencias y de servicios de salud) se encuentra ubicada en la zona baja de la cuenca.

Dentro de los centros comunales que se pueden tener en cuenta como posibles albergues en caso de presentarse alguna emergencia, se considera el centro comunal de Los Cocos y el salón parroquial de Limoncito. Como medida secundaria, dependiendo de la gravedad de la inundación, se podría recurrir a los centros educativos o iglesias.

Las plazas y otras canchas deportivas se pueden utilizar como zonas de campamentos temporales como medida adicional en eventuales emergencias.

Por otro lado, para desplazarse en transporte público se puede hacer desde las diferentes paradas de autobús distribuidas sobre las vías principales, o acudiendo a la terminal de buses.

Para efectos de suministro de combustible para la realización de las actividades del proyecto, en las cercanías se ubican cuatro estaciones expendedoras.



7.7 Sitios arqueológicos: como resultado de la prospección se descartó la afectación de los bienes patrimoniales registrados en la Base de Datos Orígenes del Museo Nacional de Costa Rica, no se detectaron sitios arqueológicos no registrados, no se hallaron rasgos culturales o concentraciones importantes de evidencia arqueológica, pero si algunos fragmentos de cerámica precolombina dispersos.

Dado que las obras a efectuarse se restringen a la modificación de cauces de ríos, quebradas, y canales existentes; a los dos canales que serán excavados; y a la construcción de infraestructura en los mismos cauces; se considera que la afectación potencial al patrimonio arqueológico e histórico será muy localizada; por tanto, los sitios antiguos que pudieran existir en el resto del área no se verán afectados. Teniendo en cuenta esta situación, y como una medida preventiva se recomienda que un profesional en la disciplina arqueológica sea contratado periódicamente para supervisar los movimientos de tierra a realizarse.

7.8 Paisaje: se buscó abordar no solo la afectación física del proyecto sobre el sistema natural desde el punto de vista físico, sino también como a raíz de dicha intervención es posible involucrar a la población y generar espacios de convivencia que permitan no sólo mitigar los efectos de la obra, sino ampliar las posibilidades de espacios recreativos más allá de lo existente.

La metodología consistió en establecer unidades de paisaje, las cuales se valoran a partir de características tales como uso del suelo, potencial recreativo, infraestructura, elementos naturales, entre otros. En total se identificaron 20 unidades de paisaje y para cada una de estas unidades se establecieron ciertos valores dependiendo de la fragilidad existente y las condiciones actuales, para determinar así los diferentes niveles de vulnerabilidad.

Inevitablemente el proyecto va a afectar el paisaje, de esta forma, es necesario determinar el nivel de intervención y cómo compensar las afectaciones que se tendrán. Las medidas de mitigación por alteración al paisaje, pueden colaborar a subsanar algunas actividades cuyo funcionamiento se verá drásticamente afectado con el proyecto, sin embargo, la eliminación de elementos naturales como árboles y vegetación no pueden enmendarse con elementos construidos, habrá pérdidas desde el punto de vista del paisaje que no será posible compensar.



VII. IMPACTO AMBIENTAL

SECCIÓN 8. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

8.1 RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto Sistema de Control de Inundaciones en la Cuenca Baja del Río Limoncito, es uno de los proyectos que está dentro del marco gran proyecto Limón - Ciudad Puerto.

El objetivo principal de este proyecto es disminuir la frecuencia de las inundaciones en la parte baja de la cuenca baja del río Limoncito; específicamente en barrios como Envaco, Los Cocos, Limoncito, El Carmen, El Ceibón, El Trébol, entre otros.

Para disminuir la frecuencia de las inundaciones se ampliarán los cauces de varios ríos, quebradas y canales, además se construirán dos nuevos canales para disminuir el caudal que llega a la zona urbana. Se ampliará el cauce del río Limoncito, la quebrada Chocolate, quebrada Sin Nombre (también conocida como quebrada Chinita), el canal Japdeva y el canal Santa Rosa. Uno de los nuevos canales es conocido como canal Trásvase, éste iniciará aproximadamente 400 metros antes de la intersección del río Limoncito con el canal Japdeva, y terminará en el canal Santa Rosa. El otro nuevo canal es conocido como canal Desvío, éste iniciará al final del canal Japdeva y terminará desembocando al mar Caribe, en la parte norte del aeropuerto de Limón. En el mapa 8.1.1 se muestran la ubicación de las obras que se realizarán durante el proyecto.

A continuación se detalla la longitud de la intervención en cada cauce.

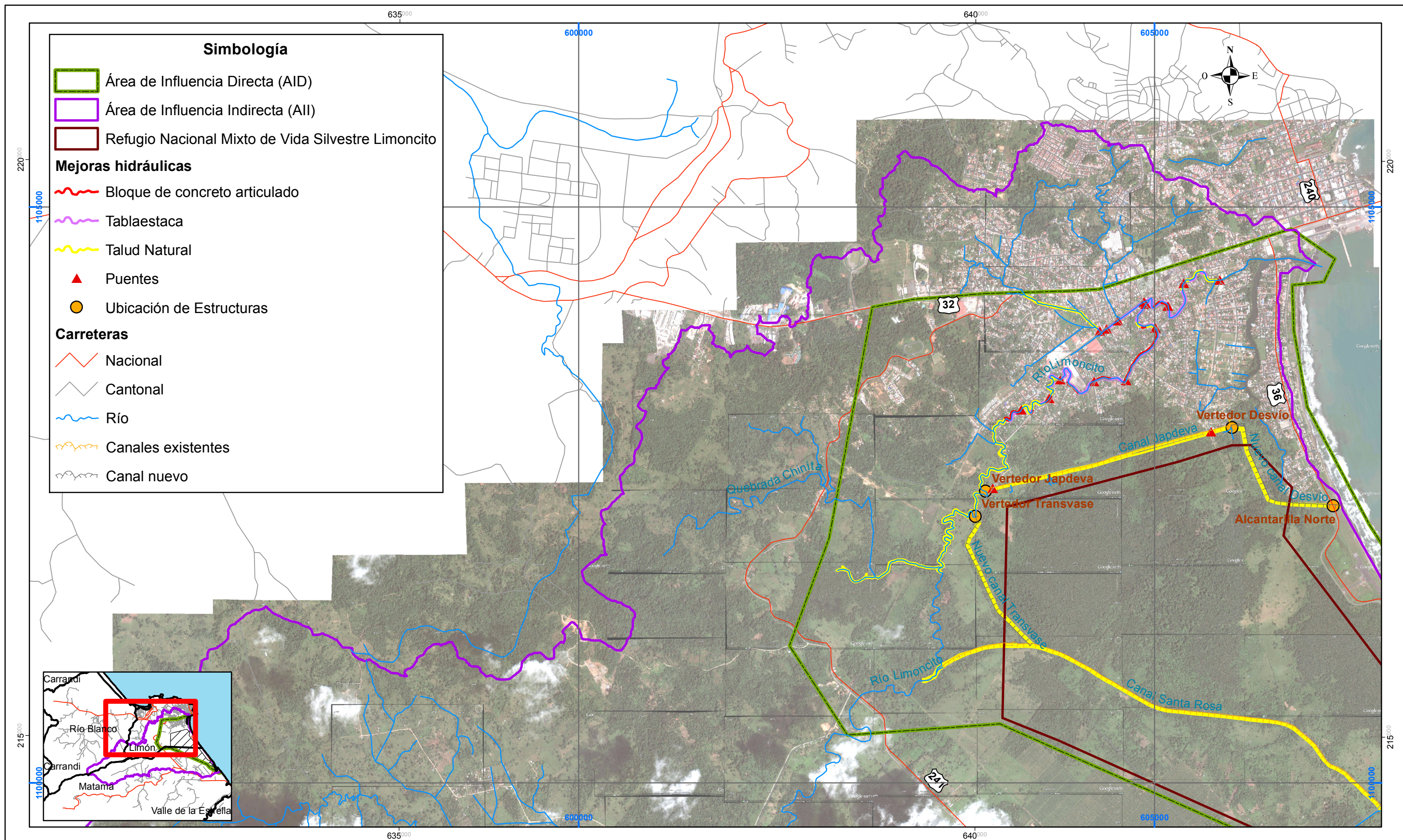
- El río Limoncito será intervenido en una longitud de 6.594 m, desde el puente de Ebais Los Cocos hasta la intersección con la Quebrada Sin nombre (Quebrada Chinita).
- La quebrada Chocolate será intervenida en una longitud de 1.507 m, entre la intersección con el Río Limoncito y la intersección con la ruta nacional 32. Esta Quebrada tendrá un cambio en el alineamiento en un tramo de aproximadamente 500 metros entre el bar Chitá y el puente del Ferrocarril, en este tramo el cauce actual será rellenado y se construirá una carretera que le brinde movilidad a los vecinos que viven en la margen derecha del cauce.
- La quebrada Sin Nombre (Quebrada Chinita) será intervenida desde la intersección con el Río Limoncito hasta una longitud de 1.044 m, aguas arriba de este punto.
- El canal Japdeva será intervenido desde el estero Cieneguita y hasta la intersección con el río Limoncito en una distancia de 2.220 m.
- El canal Santa Rosa será intervenido en una longitud de 8.546 m, comprendidos entre el puente Westfalia y la intersección con el Río Limoncito.
- El nuevo canal Desvío cuenta con una longitud de 1.395 m, este se construirá entre la intersección entre el canal Japdeva y el estero de Cieneguita hasta la desembocadura en el mar Caribe, en el sector norte del Aeropuerto de Limón.



- El nuevo canal Trasvase será construido entre la intersección entre el río Limoncito y la quebraba Sin Nombre hasta la intersección con el Canal Santa Rosa, en una longitud de 1303 m.

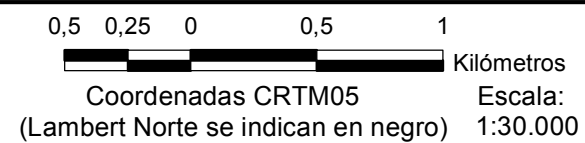
En el proceso de ampliación de los cauces será necesario demoler algunos puentes, ya que deben ser diseñados y construidos según el nuevo ancho del cauce, estos puentes serán reconstruidos posteriormente, en total son 17 puentes, de los cuales solo se tramita la viabilidad ambiental de cuatro, pues los restantes 13 ya obtuvieron la viabilidad ambiental brindada por SETENA.

También se construirán tres estructuras vertedoras de caudal con el fin de disminuir los caudales que lleguen a la parte urbana, y estos escurran por el canal Santa Rosa y el nuevo canal Desvío. Para evacuar el caudal que ingrese a zona del Refugio se construirán dos baterías de alcantarillas, una estará ubicada en la salida del canal Desvío, al norte del Aeropuerto y la otra estará ubicada al sur, sobre la ruta nacional número 36. En el mapa 8.1.1 se muestra la ubicación de estas estructuras.



Mapa 8.1.1. Obras que se desarrollaran durante el proyecto

Estudio de impacto ambiental del proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en la cuenca baja del río Limoncito"



Fuente:
-ATLAS (2008)
-SENARA (2013)
-ProDUS (2013)





8.2 ELEMENTOS GENERADORES DE IMPACTO

Las distintas actividades del proyecto generarán impactos, tanto positivos como negativos. A continuación se enumeran las actividades impactantes, los impactos y los elementos ambientales (factores) que podrán ser impactados.

Reubicación de familias: existen ocho familias que viven en las márgenes del río, y se ubican en los terrenos donde se realizarán las obras, serán reubicadas. Con esto las familias se verán beneficiadas porque serán reubicadas en zonas que no se inundan, pero se verán afectados por el hecho de trasladar las familias del sitio donde están arraigados.

Ampliación de cauces: para disminuir la frecuencia de las inundaciones se ampliará la sección transversal de algunos cauces. Para esto se excavarán los taludes del río al igual que el fondo. Durante este proceso se aumentará ampliamente la cantidad de sedimentos que se encuentran en el agua, tanto porque la maquinaria revuelve el suelo que excava, como por el arrastre que generan las lluvias, del suelo que queda expuesto en las márgenes. Durante el proceso constructivo también se generarán impactos sobre la fauna y la flora que vive dentro del cauce y en sus márgenes, ya que será necesario eliminar gran cantidad de la cobertura vegetal. Pero también se generará un impacto positivo, pues se mejorará la calidad de vida de los pobladores de la zona al disminuir la frecuencia de las inundaciones.

El proceso de excavación tendrá también un impacto indirecto sobre las condiciones del Refugio, pues no solo se destruirá la flora y la fauna que se encuentra en el área del proyecto, sino que al crear caminos a los lados de los cauces, especialmente en el canal Santa Rosa, estos servirán como accesos a al área del Refugio, aumentando la presencia humana en esta área tan vulnerable, lo cual podría causar un deterioro del refugio.

Transporte de material: el transporte de los distintos materiales que serán necesarios para construir el proyecto como bloques articulados, tablestacas, cemento, agredgados; generarán un impacto en las vías y en la población. En las carreteras se aumentará el flujo de vehículos, también se generará un aumento en los niveles de ruido producto del sonido de los motores y aumentará ligeramente la emisión de gases.

Trasporte de suelo y escombros: durante el proceso de limpieza del río Limoncito y la quebrada Chocolate será necesario trasportar el suelo excavado hasta un sitio de disposición fina ubicado cerca de la entrada al refugio, esta actividad sin duda generará un aumento del tránsito y las calles quedarán mojadas por el grado alto de humedad que posee el suelo extraído del cauce. El transporte de los escombros que se generen en el proceso de demolición de puentes también generará un impacto en la vialidad. Esto sin duda causará una incomodidad en la población, pues sus condiciones normales de vida cambiarán temporalmente.

Disposición final de los escombros y el suelo excavado: el suelo y los escombros extraídos durante el proceso de excavación de la quebrada Chocolate y la parte urbana del río Limoncito serán colocados en una finca cercana al área del proyecto, si estos materiales quedan expuestos generarán problemas de erosión y sin duda generarán un impacto en la flora, la fauna y el paisaje. El suelo que se extraiga del canal Japdeva, Santa Rosa, quebrada Sin Nombre y la parte rural del río Limoncito, será colocado en las márgenes de los cauces, este suelo será susceptible a la erosión, además generará un efecto barrera a la inundación, ya que el suelo depositado en las márgenes del cauce evitará que el agua inunde las zonas cercanas.



Hincado de pilotes: los puentes que se construyan serán cimentados sobre pilotes debido a las características del suelo. Esta actividad provocará un impacto en la población vecina, pues el martinete para hincar los pilotes genera un aumento en los niveles de ruido, podría causar problemas en la vialidad, y afectar la flora y la fauna presente en el sitio.

Demolición de puentes: los puentes que deban ser ampliados serán demolidos y posteriormente construidos con las nuevas dimensiones del cauce. Esta actividad generará un impacto en la vialidad, pues no habrá paso por las rutas, esto sin duda cambiará las condiciones normales de vida de los vecinos. También se dará un aumento en los niveles de ruido producto de la destrucción de la infraestructura actual, ya que se debe utilizar maquinaria y se deben golpear algunos materiales para demolerlos.

Construcción de puentes: la construcción generará impacto en la vialidad en las zonas cercanas, además cambiará temporalmente la forma de vida de los vecinos, pues habrá personal y maquinaria trabajando en la construcción del puente.

Construcción de alcantarillas: la construcción de las alcantarillas en la ruta nacional 36 causará un impacto sobre el flujo de vehículos que transitan por la zona, ya que este será interrumpido parcialmente para construir esta infraestructura. Además será necesario realizar una excavación, lo cual podría afectar el suelo por problemas de erosión.

Construcción de vertederos: para controlar la distribución de los flujos se construirán tres estructuras vertederas, para la construcción se realizará una excavación, por lo que impactará la flora y la fauna presente en el sitio pues será necesario eliminar la vegetación presente, además el suelo será impactado por problemas de erosión producto de las superficies sin vegetación.

Eliminación de árboles: para ampliar los cauces será necesario eliminar los árboles que se encuentran en los márgenes, esto causará un impacto sobre la flora y sobre la fauna del lugar. Además esto también causará impactos sobre el paisaje y la población debido al aumento de ruido y tránsito de trabajadores. Además estos sitios sirven de lugar de esparcimiento y da sombra y frescura a los lugares cercanos a los cauces.

Cambio de alineamiento de la quebrada Chocolate: la quebrada Chocolate será modificada en un tramo de aproximadamente 500 metros. Para realizar esta modificación será necesario utilizar maquinaria y personal que causarán un aumento del ruido y tránsito lento en la zona. Este cambio de alineamiento tendrá impactos sobre la flora y la fauna acuática ya que se cambiará el hábitat de las especies que viven en este tramo del río.

Construcción del canal Desvío: parte del nuevo canal Desvío estará dentro del Refugio, esto modificará el patrón de drenaje dentro del humedal, lo cual impactará la flora y fauna del sitio. No obstante causará beneficios en la población, pues se disminuirá el caudal que atraviesa la zona urbana.

Construcción del canal Trasvase: la construcción del canal Trasvase generará impacto sobre el suelo, la flora y la fauna desarrollada en el sitio del proyecto, además causará una variación importante del paisaje. No obstante la construcción de este canal generará una disminución del caudal que atraviesa la zona urbana.

Inundaciones después del proyecto: después de realizado el proyecto el tránsito de las crecientes tendrá un menor impacto negativo en la población, pues las familias afectadas disminuirán lo cual causará una mejoría en la salud, aumento del valor de la tierra y una mejoría en general de las



condiciones de vida las familias que son afectadas por las inundaciones, sin embargo debido a que se modificarán los cauces, la forma en que se distribuyen las áreas de inundación tendrá pequeños cambios, por lo habrá un pequeño porcentaje de viviendas que en la actualidad no se inundan, pero que una vez realizado el proyecto si se inundarán.



8.3 MEDIO AMBIENTE SUSCEPTIBLE A SER IMPACTADO

Como todo proyecto de ingeniería, este proyecto generará impactos en los distintos factores, tanto la construcción como la operación del proyecto impactarán el medio físico, biótico y socioeconómico. A continuación se realiza la descripción de los distintos medios susceptibles a ser impactados.

Medio físico susceptible a ser impactado

El medio físico más susceptible a ser impactado es el suelo, esto debido a que durante la construcción del proyecto se deberán realizar movimientos de suelo y se dejarán áreas expuestas, las cuales serán susceptibles a ser erosionadas tanto por el agua como por el viento; el suelo expuesto aumentará su vulnerabilidad ante derrames de productos químicos contaminantes, tales como combustible o aceite que podría derramar la maquinaria que trabaje en el sitio; estos derrames podrían llegar incluso hasta las aguas subterráneas, pues al excavar el fondo de los cauces se podrá llegar a capas con mayor permeabilidad.

El agua superficial es otro factor que podrá ser impactado, esto debido a la cantidad de sedimentos que serán arrastrados y llegarán a los distintos cuerpos de agua, los cuales aumentarán la cantidad de sedimentos, esto afectará los seres vivos que habitan en los cuerpos de agua; otro riesgo que tiene este factor es la contaminación producto del derrame de químicos contaminantes que pueda generar la maquinaria.

El aire también se verá afectado producto del polvo que se desprenderá de las distintas superficies expuestas y los contaminantes que emitirán los distintos vehículos y maquinaria utilizada durante el proyecto.

Las aguas subterráneas también serán susceptibles a ser impactadas por derrames de químicos que se infiltren y lleguen hasta los mantos acuíferos que son muy someros en esta zona.

Medio biótico susceptible a ser impactado

La flora y la fauna terrestre serán impactados, ya que el proyecto se desarrollará en zonas donde se cuenta con su presencia y deberá ser eliminada para permitir la ampliación del cauce o el ingreso a la maquinaria al cauce, la erosión de los suelos expuestos también podrá tener repercusiones en estos factores.

La flora y fauna acuática se verá afectada a causa del ingreso de maquinaria al cauce y por la destrucción del fondo y las paredes del cauce, además un exceso de sedimentos podría afectar enormemente, llegando incluso a matar algunos seres que vivan en este medio.

En el caso del refugio las condiciones actuales podrían variar producto de la ampliación de los cauces, la construcción de los vertederos, las alcantarillas y dos nuevos canales, si estas condiciones cambian, serán impactados todos los ecosistemas que se desarrollan en este lugar. Además el suelo extraído durante la ampliación de los cauces será depositado en las márgenes de los cauces, esto provocará una modificación de las áreas riparias, lo cual podría afectar la forma en que interactúan los ecosistemas acuáticos y terrestres.

Los ríos también serán impactados, esto debido a que se modifica la forma de su cauce y el caudal que ingresa, esto tendrá un impacto sobre todos los ecosistemas que se desarrollan en el río, pues a algunos se les destruirá su hábitat.



Medio Socioeconómico susceptible a ser impactado

La salud se verá mejorada, esto debido a que al disminuir la frecuencia de inundación también se reducen los problemas de salud asociados a este fenómeno. También disminuirán los daños al mobiliario de las viviendas. Se mejorará la calidad de vida de los pobladores pues se disminuirá las molestias causadas por la inundación.

La población también será impactada por la reubicación de algunas familias que están en la zona donde se ampliará el cauce y por el cambio en las condiciones de vida normal que se producirá durante el proceso constructivo, no obstante se verá beneficiada por el mejoramiento en las condiciones de vida, producto de la disminución de las inundaciones. Además un factor que beneficiará a la población es el aumento del valor de la tierra producto de que algunas zonas ya no tendrán el problema de inundación, que disminuye actualmente el valor de las propiedades. Un pequeño porcentaje de la población se verá afectado debido a que su casa en la actualidad no se inunda y que una vez realizado el proyecto si se inundarán.

El paisaje será impactado, pues en la parte urbana se realizarán modificaciones que cambiarán drásticamente el paisaje actual; se eliminarán los árboles que se encuentran en las márgenes del cauce y que embellecen el paisaje, se colocarán bloques de concreto y pantallas de tablestacas que causarán un cambio drástico en el paisaje actual de las márgenes del río Limoncito. En los alrededores del Refugio se abrirán accesos para el ingreso de la maquinaria, esto sin duda causará un cambio en el paisaje actual y aumentará la accesibilidad al Refugio produciendo afectaciones en la flora y fauna, ya que habrá más facilidades para ingresar a cazar, extraer plantas y animales o realizar alguna explotación maderera.

La vialidad se verá afectada durante el proceso constructivo debido al aumento del tránsito de camiones en las rutas cercanas al área del proyecto, además durante la tala de los árboles y la ampliación de los cauces es probable que se deba interrumpir el tránsito temporalmente, producto del reducido espacio que existe en la márgenes del cauce para que opere la maquinaria.

Los sitios arqueológicos también son susceptibles a ser impactados, ya que existe la posibilidad de realizar algún hallazgo arqueológico producto de la gran cantidad de excavaciones que se deben realizar. Si estos son descubiertos antes de haberlos destruido se podrán recuperar.



8.4 IDENTIFICACIÓN Y PRONÓSTICO DE IMPACTOS AMBIENTALES

Para establecer la interacción entre las distintas actividades y sus posibles impactos sobre los medios susceptibles a ser impactados, se realizó una matriz en la que se cruzaron las actividades generadoras de impacto en un eje, con respecto a cada factor del medio ambiente susceptible a ser impactado. Para establecer las actividades generadoras de impacto se le consultó al equipo que elabora el estudio sobre cada actividad y el medio que será impactado. En el cuadro 8.4.1 se muestran las interacciones entre las distintas actividades y los factores que impacta, con base en estas interacciones se realizó posteriormente la Matriz de Importancia de impacto ambiental (MIIA). No obstante en la MIIA se desagregó un poco más algunos impactos, pues se analizó el efecto de éstos en los cauces de manera independiente, ya que el impacto de una actividad no es la misma en todos los cauces por igual.



Cuadro 8.4.1 Interacción entre las distintas actividades generadoras de impacto y los distintos factores susceptibles a ser impactados

Etapa	Actividad generadora de impacto	Número de interacción															
		Medio físico					Medio biótico						Socioeconómico				
		Suelo	Aire	Ruido	Agua superficiales	Agua subterránea	Flora Terrestre	Fauna Terrestre	Fauna acuática	Flora acuática	Humedal	Ríos y canales	Vialidad	Salud	Población	Paisaje	Sitios arqueológicos
Construcción	Reubicación de familias														1		
	Ampliación de cauces	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			14	15
	Transporte de material		16	17									18		19		
	Transporte de suelo y escombros		20	21									22		23		
	Hincado de pilotes		24	25	26	27	28	29					30		31		
	Demolición de puentes	32	33	34	35				36	37			38		39		
	Construcción de puentes	40	41	42	43								47		48		
	Construcción de alcantarillas	49					50	51				52	53				54
	Construcción de vertederos	55		56			57	58	59	60	61	62					63
	Tala de árboles			64			65	66					67			68	
	Cambio de alineamiento de la quebrada Chocolate	69	70	71					72	73		74	75		76	77	78
	Construcción de canal Desvío	79		80	81		82	83				84				85	86
	Construcción de Canal Trasvase	87		88	89		90	91				92				93	94
	Disposición final de suelo y escombros	95	96		97		98	99	100	101						102	
Operación	Inundaciones después del proyecto	103											104	105	106		



8.5 IMPACTOS AMBIENTALES QUE PRODUCIRÁ EL PROYECTO

El en cuadro 8.5.1 se describe la interacción que tendrá el proyecto con cada uno de los factores susceptibles a ser impactados, según se relacionaron en el cuadro 8.4.1

Cuadro 8.5.1 Descripción de la interacción entre las distintas actividades generadoras de impacto y los factores susceptibles a ser impactados

No.	Interacción	Descripción de la interacción	Impacto
1	Reubicación de familias - Población	El gobierno reubicará las familias que vivan dentro del alineamiento de las obras	Se modificará la forma de vida de 8 familias
2	Ampliación de cauces - Suelo	Durante la excavación el suelo será alterado y parte de la superficie quedara sin vegetación	Erosión debido a la falta de vegetación en los taludes del cauce y por suelo expuesto colocado en las márgenes del cauce
3	Ampliación de cauces - Aire	Durante la excavación parte del suelo quedará expuesto.	Generación de polvo en época seca
4	Ampliación de cauces - Ruido	La maquinaria utilizada tendrá motores que generan aumento en el nivel de sonido	Generación de ruido en la zonas cercanas al AP
5	Ampliación de cauces - Agua superficiales	La maquinaria utilizada tendrá motores que podrán contaminar el agua en caso de una fuga de aceite, además durante la excavación se generará una gran contaminación del agua por la excavación del suelo dentro del cauce	Contaminación del agua por químicos y exceso sedimentos
6	Ampliación de cauces - Agua subterránea	La maquinaria utilizada podrá generar derrames de aceite o combustible que se infiltren en suelo y lleguen hasta los mantos acuíferos	Contaminación del manto acuífero
7	Ampliación de cauces - Flora Terrestre	Al realizar la excavación en los cauces se eliminará toda la flora presente en el sitio que impida a la maquinaria trabajar adecuadamente	Eliminación de cobertura vegetal



Cuadro 8.5.1 Descripción de la interacción entre las distintas actividades generadoras de impacto y los factores susceptibles a ser impactados (Continuación)

No.	Interacción	Descripción de la interacción	Impacto
8	Ampliación de cauces - Fauna Terrestre	Al ampliar el cauce se eliminará el hábitat de las especies que habitan en el AP	Disminución de especies en la zona
9	Ampliación de cauces - Fauna acuática	Al ampliar los cauces se modificará la forma del cauce actual, lo cual destruirá el hábitat de muchas especies	Eliminación del hábitat de los animales
10	Ampliación de cauces - Flora acuática	La ampliación de cauce generará la eliminación de la flora en el cauce	Eliminación de la flora acuática
11	Ampliación de cauces - Humedal	Al ampliar los cuaces se modificarán las condiciones actuales del humedal, tanto la frecuencia de inundaciones como la eliminación de vegetación en los márgenes de los canales que se encuentran dentro del humedal, además el suelo excavado se colocará en la márgenes del cauce	Cambio en las condiciones actuales del Refugio
12	Ampliación de cauces - Ríos y canales	Los ríos y canales serán modificados al ampliar los cauces	Se modifican los ecosistemas que habitan dentro de los ríos y canales como en sus alrededores, lo cual además causará un cambio radical en el paisaje
13	Ampliación de cauces - Vialidad	Al ampliar los cauces, la maquinaria en algunos casos interferirá con el flujo de vehículos debido a que en algunos sectores el río está muy cerca de las calles y estas son muy angostas	Interrupción temporal del flujo vehicular



Cuadro 8.5.1 Descripción de la interacción entre las distintas actividades generadoras de impacto y los factores susceptibles a ser impactados (Continuación)

No.	Interacción	Descripción de la interacción	Impacto
14	Ampliación de cauces - Paisaje	Al ampliar los cauces se generará un gran cambio en el paisaje tanto urbano como rural, esto debido a la eliminación de la flora cercana al río y la instalación de tablestacas y bloques de concreto articulados	Cambio en el paisaje del AP
15	Ampliación de cauces - Sitios arqueológicos	Al ampliar los cauces se realizarán excavaciones en las cuales existe una pequeña probabilidad de realizar hallazgos arqueológicos	Descubrimiento de restos arqueológicos
16	Transporte de material - Aire	Los vehículos de carga utilizados para transportar materiales al sitio de trabajo generarán gases	Contaminación del aire por el gases emitidos por los vehículos
17	Transporte de material para la construcción - Ruido	Los vehículos de carga generarán un aumento en la cantidad de ruido	Molestia por el exceso de ruido en los sitios cercanos al AP
18	Transporte de material - Vialidad	El aumento de la cantidad de vehículos y la interferencia que puedan causar estos a la hora de la descarga de los materiales, disminuirán la capacidad de las vías	Presas en las calles cercanas al área del proyecto y cambio de ruta de algunos vehículos
19	Transporte de material - Población	El aumento del flujo vehicular, del ruido y la mayor presencia de personas en la zona, generará un cambio en las condiciones de vida normal de los pobladores	Cambio en las condiciones normales de vida de los pobladores cercanos al AP
20	Transporte de suelo y escombros - Aire	Los vehículos de carga utilizados para transportar materiales al sitio de trabajo generarán gases	Contaminación del aire por el gases emitidos por los vehículos
21	Transporte de suelo y escombros - Ruido	Los camiones generarán un aumento en la cantidad de ruido	Molestia por el exceso de ruido en los sitios cercanos al AP
22	Transporte de suelo y escombros - Vialidad	El aumento de la cantidad de vehículos y la interferencia que puedan causar estos a la hora de cargar los materiales, limitan el paso por las vías	Presas en las calles cercanas al área del proyecto y cambio de ruta de algunos vehículos



Cuadro 8.5.1 Descripción de la interacción entre las distintas actividades generadoras de impacto y los factores susceptibles a ser impactados (Continuación)

No.	Interacción	Descripción de la interacción	Impacto
23	Transporte de suelo y escombros - Población	El aumento del flujo vehicular, del ruido y la mayor presencia de personas en la zona, generará un cambio en las condiciones de vida normal de los pobladores	Cambio en las condiciones normales de vida de los pobladores cercanos al AP
24	Hincado de pilotes - Aire	Los motores de la maquinaria utilizada para el hincado de pilotes generarán humo	Contaminación del aire por el humo de los motores
25	Hincado de pilotes - Ruido	En hincado de pilotes generan un aumento en el ruido por el golpe del martinete y los motores	Molestia por el exceso de ruido en los sitios cercanos al AP
26	Hincado de pilotes - Agua superficiales	La maquinaria utilizada en el hincado de los pilotes podría tener fugas aceite o combustible que podrían llegar a las aguas superficiales	Contaminación de las aguas superficiales por aceite o combustible
27	Hincado de pilotes - Agua subterránea	La maquinaria utilizada en el hincado de los pilotes podría tener fugas de químicos que podrían llegar a las aguas subterráneas	Contaminación de las aguas subterráneas por productos químicos como aceite y combustible
28	Hincado de pilotes - Flora Terrestre	Para hincar los pilotes será necesario instalar maquinaria en el sitio, está eliminará la vegetación presente en la zona donde deba ser instalada	Destrucción de cubierta vegetal
29	Hincado de pilotes - Fauna Terrestre	Al hincar los pilotes se generará un aumento del ruido que afectará la fauna en las zonas cercanas	Disminución de la fauna presente en el sitio
30	Hincado de pilotes - Vialidad	La maquinaria utilizada podrá causar interferencias en el flujo de vehículos, pues el espacio en el derecho de vía no siempre es suficiente para instalar los equipos	Interrupción del flujo vehicular
31	Hincado de pilotes - Población	El hincado modificará las condiciones normales de vida de los vecinos, pues habrá presencia de mayor cantidad de personas y maquinaria	Cambio en las condiciones normales de vida
32	Demolición de puentes - Suelo	La demolición de los puentes dejará el suelo expuesto	Aumento de la erosión del suelo



Cuadro 8.5.1 Descripción de la interacción entre las distintas actividades generadoras de impacto y los factores susceptibles a ser impactados (Continuación)

No.	Interacción	Descripción de la interacción	Impacto
33	Demolición de puentes - Aire	La demolición de los puentes dejará una pequeña área de suelo expuesto, este será vulnerable a un posible arrastre del viento	Levantamiento de polvo por suelo expuesto
34	Demolición de puentes - Ruido	La maquinaria utilizada para demoler los puentes generará ruido	Exceso de ruido en las zonas cercanas al proyecto
35	Demolición de puentes - Agua superficiales	Al demoler el puente se ingresará al cauce y se contaminará un poco el agua aumentar los sedimentos presentes	Aumento en los sedimentos en el agua del río
36	Demolición de puentes - Fauna acuática	Al ingresar al cauce se impactará la fauna acuática, pues se les destruirá parte de su hábitat	Destrucción del hábitat de especies acuáticas
37	Demolición de puentes - Flora acuática	Al ingresar al cauce se impactará la flora acuática, pues se les destruirá la vegetación presente en el sitio	Destrucción de flora acuática
38	Demolición de puentes - Vialidad	Al demoler los puentes será necesario cerrar la vía por completo, esto impactará el tránsito normal de vehículos	Afectación del flujo vehicular
39	Demolición de puentes - Población	Al demoler los puentes se interferirá el flujo de peatones y se cambiarán las condiciones normales de vida	Cambio en las actividades normales de la población
40	Construcción de puentes - Suelo	Para construir los puentes será necesario hacer movimientos de suelo, estos movimientos dejarán expuestas más superficie.	Aumento de la erosión del suelo
41	Construcción de puentes - Aire	El suelo expuesto durante la construcción del puente podría ser arrastrado por el viento, no obstante esta área es pequeña.	Levantamiento de polvo por existir mayor superficie expuestas
42	Construcción de puentes - Ruido	La maquinaria utilizada en el proceso constructivo genera un aumento en la cantidad de ruido en las zonas cercanas	Ruido generado por maquinaria y trabajadores



Cuadro 8.5.1 Descripción de la interacción entre las distintas actividades generadoras de impacto y los factores susceptibles a ser impactados (Continuación)

No.	Interacción	Descripción de la interacción	Impacto
43	Construcción de puentes - Agua superficiales	Durante la construcción de los puentes se meterá la maquinaria al cauce, ésta por algún problema mecánico podría derramar algún contaminante como combustible o aceite.	Contaminación del agua de los ríos y canales
47	Construcción de puentes - Vialidad	La construcción de puentes afectará el flujo vehicular, pues para su construcción será necesario tener cerrada la vía.	Cierre de la ruta temporalmente
48	Construcción de puentes - Población	La construcción de puentes alterará las condiciones normales de vida de la población debido al aumento de la cantidad de personas, ruido y alteración del paisaje	Cambio en las condiciones de vida de las personas.
49	Construcción de alcantarillas - Suelo	Para la construcción de alcantarillas será necesario realizar una excavación, ésta dejará pequeñas áreas de suelo expuesto lo cual aumentará la erosión	Aumento de la erosión
50	Construcción de alcantarillas - Flora Terrestre	Para la construcción de las alcantarillas será necesario eliminar pequeñas áreas de la capa vegetal, además la erosión del suelo afectará la flora terrestre	Eliminación y afectación de la flora terrestre
51	Construcción de alcantarillas - Fauna Terrestre	La fauna se verá afectada por la eliminación y afectación de su hábitat	Afectación de la fauna terrestre por destrucción de su hábitat
52	Construcción de alcantarillas - Humedal	La construcción de alcantarillas modificará las condiciones del humedal, esto podría afectar los ecosistemas que habitan en el humedal	Afectación a los ecosistemas del humedal y una posible restitución de la interacción humedal - mar
53	Construcción de alcantarillas - Vialidad	Para la construcción de alcantarillas será necesario cerrar las vías lo cual afectará el tránsito de vehículos	Cierre parcial de la vía en periodos pequeños
54	Construcción de alcantarillas - Sitios arqueológicos	Al darse la excavación se podría hacer algún hallazgo arqueológico	Posible daño a piezas arqueológicas.



Cuadro 8.5.1 Descripción de la interacción entre las distintas actividades generadoras de impacto y los factores susceptibles a ser impactados (Continuación)

No.	Interacción	Descripción de la interacción	Impacto
55	Construcción de vertederos - Suelo	Para la construcción de los vertederos será necesario realizar una excavación, esta dejará el suelo expuesto lo cual aumentará la de erosión	Aumento de la erosión del suelo
56	Construcción de vertederos - Ruido	La maquinaria utilizada para la construcción de los vertederos genera ruido	Aumento de ruido en los alrededores
57	Construcción de vertederos - Flora Terrestre	Para la construcción de los vertederos será necesario eliminar toda la flora presente en el sitio donde se construirán estas obras	Eliminación de la flora presente en el sitio
58	Construcción de vertederos - Fauna Terrestre	La presencia de personas y maquinaria en las zonas afectará la condiciones normales de la fauna de la zona, además en la zona del AP se eliminará completo parte del hábitat	Afectación de la fauna presente en la zona
59	Construcción de vertederos - Fauna acuática	Para construir los vertederos será necesario desviar el cauce y eliminar el hábitat de algunas especies presentes en el sitio, además el arrastre del suelo que se extrae de esta zona también afectará la fauna acuática	Eliminación del hábitat de la fauna acuática
60	Construcción de vertederos - Flora acuática	Para construir los vertederos será necesario desviar el cauce y eliminar la vegetación acuática presente en el sitio, además el arrastre del suelo que se extrae de esta zona también afectará la flora acuática	Eliminación y afectación de la flora acuática
61	Construcción de vertederos - Humedal	La construcción de los vertederos modificará la distribución de los caudales, lo que a su vez modificará la frecuencia con que se inundan el Refugio	Cambio en las condiciones actuales del Refugio
62	Construcción de vertederos - Ríos y canales	La construcción de los vertederos modificará la distribución de los caudales, esto afectará las condiciones de los ecosistemas presentes en el río.	Cambio de las condiciones de los ecosistemas actuales de los ríos y canales



Cuadro 8.5.1 Descripción de la interacción entre las distintas actividades generadoras de impacto y los factores susceptibles a ser impactados (Continuación)

No.	Interacción	Descripción de la interacción	Impacto
63	Construcción de vertederos - Sitios arqueológicos	Durante la excavación de los de los sitios donde se construirán los vertederos, existe la probabilidad de encontrar alguna evidencia arqueológica	Posible daño de piezas arqueológicas
64	Tala de árboles - Ruido	Durante la tala de árboles se generará ruido en las zonas cercanas al sitio donde se están talando los árboles	Ruido excesivo en las zonas cercanas al AP durante la corta
65	Tala de árboles - Flora Terrestre	La tala de árboles provocará la eliminación de gran cantidad de árboles	Eliminación de árboles
66	Tala de árboles - Fauna Terrestre	La tala de árboles causará que se elimine el hábitat de algunas especies presentes en la zona	Pérdida de fauna presente en la zona
67	Tala de árboles - Vialidad	Durante la tala de los árboles será necesario en algunas ocasiones, se cierre temporalmente (periodos cortos) la carretera por peligro de que caiga en la vía pública	Cierre temporal de vías en periodos cortos
68	Tala de árboles - Paisaje	La tala de árboles modificará el paisaje de la zona, pues se eliminará gran cantidad de vegetación que embellece la zona	Afectación del paisaje
69	Cambio de alineamiento de la quebrada Chocolate - Suelo	Para realizar este alineamiento será necesario mover gran cantidad de suelo y se dejarán áreas de suelo expuestas las cuales serán susceptibles a la erosión	Aumento de la erosión y arrastre del suelo del fondo
70	Cambio de alineamiento de la quebrada Chocolate - Aire	El suelo expuesto durante la excavación será susceptible a ser erosionado por el viento y generar polvo	Generación de polvo
71	Cambio de alineamiento de la quebrada Chocolate - Ruido	La maquinaria utilizada durante la excavación y construcción del nuevo alineamiento, generará ruido en las cercanías del AP	Generación del ruido en las zonas cercanas al proyecto



Cuadro 8.5.1 Descripción de la interacción entre las distintas actividades generadoras de impacto y los factores susceptibles a ser impactados (Continuación)

No.	Interacción	Descripción de la interacción	Impacto
72	Cambio de alineamiento de la quebrada Chocolate - Fauna acuática	La fauna acuática existente en la quebrada Chocolate se verá afectada, pues se eliminará su hábitat actual, esto porque parte del cauce actual será rellenado para ser utilizado como calle	Eliminación del hábitat de las especies acuáticas de la zona
73	Cambio de alineamiento de la quebrada Chocolate - Flora acuática	La flora acuática se verá afectada, esto porque se eliminará la flora existente en el cauce actual al ser relleno para construir la calle	Eliminación de la flora presente en el cauce
74	Cambio de alineamiento de la quebrada Chocolate - Ríos y canales	Los ecosistemas presentes en el cauce de la quebrada Chocolate serán modificados por cambiar el alineamiento de esta quebrada	Cambio en las condiciones actuales de los ecosistemas existentes en la quebrada Chocolate
75	Cambio de alineamiento de la quebrada Chocolate - Vialidad	Durante la construcción del nuevo cauce será necesario cerrar un carril de la carretera actual temporalmente y se obstruirá la entrada a las casa y talleres que se encuentran en este tramo	Tránsito lento de vehículos en esta área del proyecto
76	Cambio de alineamiento de la quebrada Chocolate - Población	El cambio del alineamiento de la quebrada Chocolate causará un cambio en las condiciones de vida de la población, pues habrá presencia de maquinaria y personal trabajando en la zona	Cambio en las condiciones de vida de la población
77	Cambio de alineamiento de la quebrada Chocolate - Paisaje	El cambio de alineamiento modificará el paisaje de la zona	Cambio en el paisaje
78	Cambio de alineamiento de la quebrada Chocolate - Sitios arqueológicos	Durante la excavación del nuevo cauce, existe la posibilidad de realizar algún hallazgo arqueológico	Recuperación de piezas arqueológicas



Cuadro 8.5.1 Descripción de la interacción entre las distintas actividades generadoras de impacto y los factores susceptibles a ser impactados (Continuación)

No.	Interacción	Descripción de la interacción	Impacto
79	Construcción de canal Desvío - Suelo	Durante la construcción del nuevo canal Desvío se realizarán excavaciones, estos suelos serán depositados en las márgenes del cauce, también se dejará suelo expuesto en los taludes del cauce	Erosión del suelo de los taludes y suelo depositado en las márgenes, además del cambio en la topografía actual
80	Construcción de canal Desvío - Ruido	La maquinaria utilizada para excavar el cauce de este canal aumentará los niveles de ruido presentes en la zona	Aumento en los niveles de ruido en el AP y las zonas cercanas
81	Construcción de canal Desvío - Agua superficiales	La construcción de este canal afectará la calidad de las aguas superficiales, pues quedará suelo expuesto	Contaminación del agua por aumento de sólidos sedimentos
82	Construcción de canal Desvío - Flora Terrestre	Para construir el canal será necesario eliminar toda la capa vegetal presente en la zona del cauce y sus márgenes producto del tránsito de maquinaria y apilamiento de material	Eliminación de la vegetación presente en el sitio
83	Construcción de canal Desvío - Fauna Terrestre	Durante la construcción del canal se eliminará y afectará la zona presente en el AP y sus alrededores	Afectación a la fauna cercana al AP
84	Construcción de canal Desvío - Humedal	El humedal será modificado por la construcción de este canal, ya que se modificará los patrones de escorrentía	Posible impacto en los ecosistemas que viven la zona afectando la movilidad de especies



Cuadro 8.5.1 Descripción de la interacción entre las distintas actividades generadoras de impacto y los factores susceptibles a ser impactados (Continuación)

No.	Interacción	Descripción de la interacción	Impacto
85	Construcción de canal Desvío - Paisaje	La construcción del nuevo canal causará cambio del paisaje en la zona del humedal	Cambio en el paisaje
86	Construcción de canal Desvío - Sitios arqueológicos	Durante la excavación de este canal existe la posibilidad de realizar algún hallazgo arqueológico	Posible daño de piezas arqueológicas
87	Construcción de Canal Traslase - Suelo	Durante la construcción del nuevo canal Traslase se realizarán excavaciones, estos suelos serán depositados en las márgenes del cauce, también se dejará suelo expuesto en los taludes del cauce	Erosión del suelo de los taludes y suelo depositado en las márgenes, además se modificará la topografía actual
88	Construcción de Canal Traslase - Ruido	La maquinaria utilizada para excavar el cauce de este canal aumentará los niveles de ruido presentes en la zona	Aumente en los niveles de ruido en el AP y las zonas cercanas
89	Construcción de Canal Traslase - Agua superficiales	La construcción de este canal afectará la calidad de las aguas superficiales, pues quedará suelo expuesto	Contaminación del agua por aumento de los sedimentos
90	Construcción de Canal Traslase - Flora Terrestre	Para construir el canal será necesario eliminar toda la capa vegetal presente en la zona del cauce y sus márgenes producto del tránsito de maquinaria	Eliminación de la vegetación presente en el sitio



Cuadro 8.5.1 Descripción de la interacción entre las distintas actividades generadoras de impacto y los factores susceptibles a ser impactados (Continuación)

No.	Interacción	Descripción de la interacción	Impacto
91	Construcción de Canal Trasvase - Fauna Terrestre	Durante la construcción del canal se removerá una gran cantidad de material que afectará la fauna presente en el AP y sus alrededores	Afectación a la fauna cercana al AP
92	Construcción de Canal Trasvase - Humedal	El refugio se será modificado por la construcción de este canal, ya que se modificará los patrones de escorrentía	Posible impacto en los ecosistemas que viven la zona por la modificación de la escorrentía
93	Construcción de Canal Trasvase - Paisaje	La construcción del nuevo canal causará cambios del paisaje en la zona del refugio	Cambio en el paisaje
94	Construcción de Canal Trasvase - Sitios arqueológicos	Durante la excavación de este canal existe la posibilidad de realizar algún hallazgo arqueológico	Posible daño de piezas arqueológicas
95	Disposición final de suelo y escombros - Suelo	El suelo colocado en el sitio quedará expuesto en sitio durante el proceso de construcción y en su operación antes de que se dé la regeneración natural de la cobertura vegetal	Aumento de la erosión en la zona y cambio de la topografía
96	Disposición final de suelo y escombros - Aire	El suelo quedará expuesto lo cual podrá generar un aumento en la erosión por viento, especialmente en época seca	Contaminación del aire
97	Disposición final de suelo y escombros - Agua superficiales	Las aguas superficiales se verán afectadas por una mayor carga y arrastre de sedimentos	Contaminación de agua por exceso de sedimentos
98	Disposición final de suelo y escombros - Flora Terrestre	La flora se podría ver afectada por la cantidad de sedimentos arrastrados y depositados en la zona	Afectación de la flora terrestre
99	Disposición final de suelo y escombros - Fauna Terrestre	La cantidad de sedimentos arrastrados por la escorrentía podrían afectar la fauna terrestre por saturar su hábitat de sedimentos	Afectación de la fauna terrestre



Cuadro 8.5.1 Descripción de la interacción entre las distintas actividades generadoras de impacto y los factores susceptibles a ser impactados (Continuación)

No.	Interacción	Descripción de la interacción	Impacto
100	Disposición final de suelo y escombros - Fauna acuática	Los sedimentos arrastrados podrían generar una concentración muy grande de sedimentos en el agua, estos podrían afectar la fauna acuática	Muerte de algunas especies
101	Disposición final de suelo y escombros - Flora acuática	Los sedimentos arrastrados podrían generar una concentración muy grande de sólidos en el agua, estos podrían afectar la flora acuática	Muerte o afectación de algunas especies
102	Disposición final de suelo y escombros - Paisaje	El montículo de suelo expuesto causará una alteración del paisaje	Modificación del paisaje
103	Inundaciones después del proyecto - Suelo	El tránsito de crecientes afectaría el suelo del cauce, al estar desprotegido y serán potencialmente erosionable	Aumento de la erosión de los taludes y fondo del cauce
104	Inundaciones después del proyecto - Vialidad	Después de realizado, el proyecto la cantidad de calles afectadas por la inundación serán menos que las que actualmente se afectan	Mayor cantidad de rutas transitables durante el evento extremo
105	Inundaciones después del proyecto - Salud	La cantidad de personas afectadas por la inundación disminuirá considerablemente lo cual causará que menos personas tengan problemas de salud producto de las inundaciones. No obstante algunos hogares que hoy no tienen problemas los podrían tener en el futuro	Disminución de problemas de salud de los vecinos afectados por las inundaciones
106	Inundaciones después del proyecto - Población	Las áreas de inundación disminuirán, lo cual impactará la población, pues disminuirá el impacto de las crecidas del río en las actividades cotidianas y causará menores gastos para reparar su mobiliario y sus viviendas	Mejoramiento de las condiciones de vida de la población



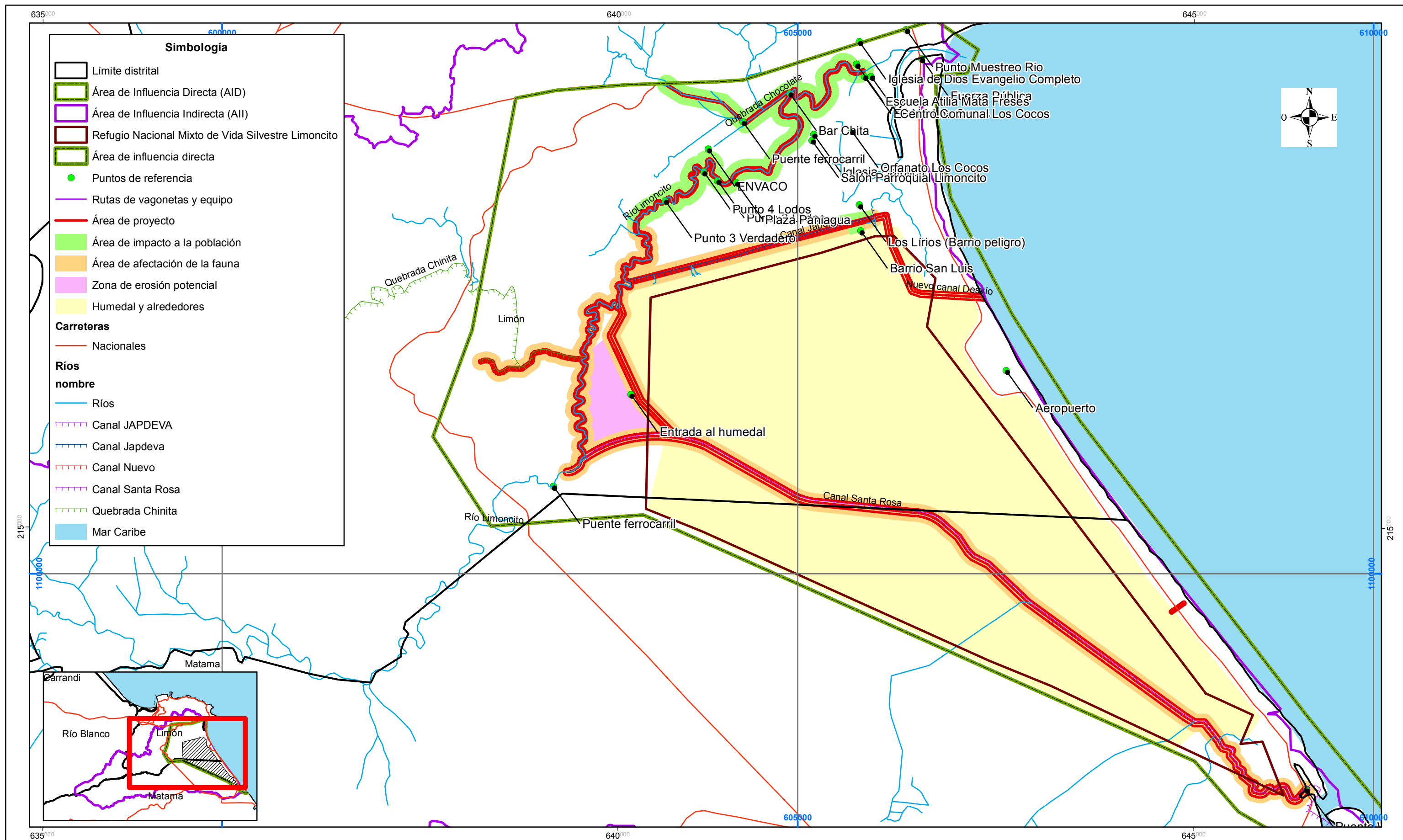
8.6 SELECCIÓN DE OPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto evaluado en este estudio de impacto ambiental presenta una sola opción. Por lo tanto, esta ha sido analizada y en secciones posteriores se proponen cambios en el diseño del proyecto para disminuir su impacto en el ambiente.

8.7 MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD AMBIENTAL

En proyecto tendrá zonas con una alta susceptibilidad ambiental, pues como se explicó anteriormente existen varios factores ambientales que serán impactados. A continuación se describen las principales áreas que serán impactadas por la construcción y operación del proyecto.

1. Área del proyecto: esta área será impactada fuertemente pues habrá impactos al suelo, el agua superficial, la flora y la fauna terrestre y acuática, aumento en el nivel de ruido y cambio del paisaje.
2. Humedal y alrededores dentro del refugio: el humedal y sus alrededores será un área sensible a ser impactada debido a los cambios en los patrones de drenaje producto de la construcción de nuevos canales y estructuras vertedoras, además para intervenir los canales Santa Rosa y Japdeva será necesario eliminar la vegetación en los bordes, lo cual facilitará el acceso de los vecinos al humedal, esto sin duda cambiará las condiciones del mismo.
3. Rutas de movilización de los vehículos: las calles serán una zona impactada, tanto las que se utilizarán para transportar el suelo extraído de los cauces en la parte urbana como también las calles por las que transportarán los materiales necesarios para construir las distintas obras.
4. Zona de erosión potencial: la zona donde se dispondrá el suelo y los escombros será susceptible a ser afectada por la erosión, los alrededores de esta zona también será susceptible a ser una zona de deposición de sedimentos. Los márgenes del cauce donde se colocará el suelo extraído, también será una zona con un alto potencial de erosión, no obstante para efectos del mapa 8.7.1, ésta aparece como parte del área del proyecto.
5. Área de impacto a la población: esta es una zona que abarca desde el borde del área del proyecto, hasta 75 metros fuera del área del proyecto. La población de esta zona se verá afectada por problemas en la vialidad en las calles cercanas, aumento en el nivel de ruido producto de la maquinaria y mayor presencia de personas producto de la actividad constructiva.
6. Zona de afectación a la fauna cercana: esta zona es una franja de 50 metros a los lados del área del proyecto, en esta zona se dará una afectación a la fauna del sitio, la cual probablemente deba desplazarse por la presencia de maquinaria y personal en la zona.



Mapa 8.7.1. Susceptibilidad ambiental

Estudio de impacto ambiental del proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en la cuenca baja del río Limoncito"

0,5 0,25 0 0,5 1
 Kilómetros
 Coordenadas CRTM05 Escala: 1:30.000
 (Lambert Norte se indican en negro)

Fuente:
 -ATLAS (2008)
 -SENARA (2013)
 -ProDUS (2013)





SECCIÓN 9. EVALUACIÓN DE IMPACTOS Y MEDIDAS CORRECTIVAS

En el capítulo anterior se realizó un diagnóstico de las distintas actividades que se realizarán durante la ejecución del proyecto y los impactos ambientales que están podían generar sobre el medio físico, químico, biológico y socioeconómico. En el presente capítulo se realizará la valoración de los impactos que generará el proyecto.

Los impactos evaluados son los descritos en el cuadro 8.5.1, no obstante algunos de estos se dividieron para evaluar por separados los distintos cauces, especialmente se separaron los impactos que se generan en el canal Santa Rosa, ya que gran parte de éste se encuentra dentro del Refugio y esta es una zona muy vulnerable. Para realizar la evaluación de los impactos se utilizó el método de la Matriz de Importancia de Impacto Ambiental (MIIA), la fórmula utilizada para determinar la importancia de cada impacto fue la siguiente:

$$I = \pm [3IN + 2 EX + MO + PE + PV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

En el cuadro 9.1 se muestra el código de colores utilizado en la matriz MIIA para analizar la severidad de cada impacto.

Cuadro 9.1. Código de colores utilizado para representar la significancia de los impactos.

Rangos de evaluación		
menor a 25	irrelevantes	
entre 25 y 50	moderados	
entre 50 y 75	severos	
mayor a 75	críticos	

9.1 MEDIO FÍSICO

Para evaluar los impactos en el medio físico se realizó una MIIA que se muestra en el Cuadro 9.2, en este se describen y evalúan los impactos a éste medio durante el proceso de construcción.

La etapa del proyecto que más impactos físicos tendrá será el proceso de construcción. El suelo se verá afectado durante el proceso de construcción, debido a que en la ampliación de los cauces se debe mover gran cantidad de este material. Esto causará un aumento en la cantidad de suelo erosionado, tanto dentro del cauce como fuera de este, ya que el suelo extraído de los cauces será colocado en las márgenes de éstos y durante el proceso de construcción este suelo será susceptible a ser arrastrado por la escorrentía superficial y depositado el cauce nuevamente. Otro impacto que tendrá el suelo es la pérdida de estabilidad, esto se dará porque la pendiente del talud de los cauces será de 45 grados (1 H: 1 V) y como se menciona anteriormente en este estudio, este ángulo es inestable.

El agua será otro de los factores físicos más afectados, especialmente por el aumento en la cantidad de sólidos suspendidos y disueltos en el agua del río. Este aumento se dará porque la maquinaria durante el proceso de ampliación revolverá el suelo y el agua, esto sin duda causará un aumento en la cantidad de sedimentos presentes en el agua, el otro aspecto que causará un aumento en la cantidad de sedimento en el agua, es el aumento en la cantidad de suelo erosionado que al final es depositado en los cauces.

El aire será impactado por el aumento en la cantidad de emisiones producidas por los vehículos y maquinaria involucrados en el proyecto. Las emisiones aumentarán, no obstante, este impacto no se será tan significativo ya que en el proyecto trabajará poca maquinaria. El aire también se verá afectado por el aumento de las vibraciones, esto producirá ruido. El tránsito de camiones provocará ruido, pero no será un impacto tan significativo pues en la actualidad los vehículos que transitan por las vías producen un ruido similar. El hincado de pilotes será una actividad que generará un impacto mayor, ya que esta actividad genera pulsos de vibraciones muy fuertes y en caso de haber viviendas cercanas están se verán afectadas. La demolición de los puentes actuales también causará ruido pero este no será tan impactante, ya que en la actualidad transitan vehículos por la zona que generan ruidos similares.

Cuadro 9.2. Matriz MIIA sobre el medio físico

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Evaluación												
				signo	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
1	Movimiento de tierras, excavación del fondo y paredes y construcción de taludes en el borde del cauce del río y canales	Suelo	Contaminación del agua y suelo por derrames de combustible	-	8	2	4	1	2	1	1	1	4	2	44	N
2	Movimiento de tierras, excavación del fondo y paredes y construcción de taludes en el borde del cauce del río y canales	Suelo	Aumento de la erosión en las paredes del cauce y erosión del suelo colocado en las márgenes	-	8	2	4	1	2	1	1	4	2	44	N	
3	Eliminación de la cubierta vegetal, excavación y conformación de taludes	Suelo	Aumento en los volúmenes de suelo desprendido (deslizamientos)	-	4	4	4	2	4	4	2	1	4	2	43	N
4	Funcionamiento de maquinaria y vehículos de trabajo	Aire	Contaminación del aire (Emisiones de gases generados por la maquinaria y vehículos de trabajo)	-	2	1	4	2	1	1	2	4	4	4	30	N
5	Transporte de material	Aire	Contaminación del aire (Dispersión de sedimentos por el transporte de material)	-	4	4	4	2	1	1	2	4	4	4	42	N
6	Dragado de material	Aire	Contaminación del aire (Malos olores por la descomposición de materia orgánica presente en el material dragado)	-	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1	17	N
7	Uso de servicios sanitarios portátiles	Aire	Contaminación del aire (Malos olores producto de la presencia de aguas residuales en los servicios sanitarios portátiles)	-	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1	17	N



Cuadro 9.2. Matriz MIIA sobre el medio físico (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Evaluación												
				signo	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
8	Movimiento de maquinaria de dragado	Ruido	Contaminación sonora (Ruido provocado por la maquinaria de trabajo dentro de los cauces de extracción y movimiento de material dragado)	-	4	2	4	2	1	1	2	4	4	2	36	N
9	Uso de motosierras, taladoras y otro equipo para tala de árboles	Ruido	Contaminación sonora (Ruido provocado por la maquinaria de tala de árboles y vegetación)	-	6	1	4	2	1	1	2	4	4	2	40	N
10	Uso de maquinaria para la hincada de tablestacas	Ruido	Contaminación sonora (Ruido provocado por la hincada de tablestacas)	-	6	1	4	2	1	1	2	4	4	2	40	N
11	Uso de maquinaria para la colocación de bloques articulados ()	Ruido	Contaminación sonora (Ruido provocado por la colocación de bloques articulados:)	-	2	1	4	2	1	1	2	4	4	2	28	N
12	Movimiento de maquinaria, rompimiento o desmantelamiento de los puentes	Ruido	Contaminación sonora (Ruido provocado por la demolición de puentes existentes)	-	6	1	4	2	1	1	2	4	4	2	40	N
13	Movimiento de maquinaria, rompimiento o desmantelamiento de la infraestructura	Ruido	Contaminación sonora (Ruido provocado por la demolición de infraestructura-viviendas)	-	6	1	4	2	1	1	2	4	4	2	40	N
14	Tránsito de camiones que movilizan material	Ruido	Contaminación sonora (Ruido provocado por el paso de vehículos pesados que movilizan material)	-	6	4	4	2	1	1	2	4	4	2	46	N
15	Movimiento de tierras, excavación del fondo y paredes, y construcción de taludes en el borde del cauce del río y canales	Agua superficial	Aumento de la erosión en las paredes del cauce y canales	-	8	2	4	1	1	1	1	4	2	43	N	
16	Proceso total de construcción	Agua superficial	Obstrucción de las vías paralelas al Río Limoncito impidiendo el paso regular del camión recolector, por lo que la población podría preferir tirar la basura al río	-	2	2	4	2	1	1	1	0	4	4	27	N
17	Ampliación de los cauces	Agua superficial	Contaminación en el río debido a la excavación de fondo del canal Santa Rosa, Canal Japdeva y quebrada Sin Nombre	-	4	2	4	2	1	4	1	4	4	4	40	N
18	Excavación	Agua superficial	Contaminación en el río Limoncito debido a la excavación de fondo y taludes del cauce	-	8	4	4	2	1	4	1	4	4	4	56	N
19	Excavación	Agua superficial	Contaminación en la quebrada Chocolate debido a la excavación de fondo y taludes del cauce	-	4	4	4	2	1	4	1	4	4	4	44	N
20	Disposición final de material en sitio de disposición	Agua superficial	Contaminación del agua superficial producto de la erosión de los suelos depositados en el sitio	-	4	2	4	2	1	4	1	1	4	2	35	N
21	Labores propias del proceso constructivo	Agua subterránea	Agotamiento del recurso hídrico (Uso de agua para distintas actividades de la construcción)	-	4	2	4	2	1	1	1	4	4	2	35	N
22	Abastecimiento de los operarios y administradores	Agua subterránea	Agotamiento del recurso hídrico (Demanda de agua potable para el abastecimiento de la población presente en el proyecto)	-	1	2	4	2	1	1	1	4	4	2	26	N
23	Movimiento de tierras, excavación del fondo y paredes y construcción de taludes en el borde del cauce del río y canales	Agua subterránea	Contaminación del agua y suelo por derrames de combustible	-	8	2	4	1	1	1	1	4	2	43	N	
24	Instalaciones temporales en el área de construcción	Agua subterránea	Generación de aguas residuales ordinarias	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	2	20	N
25	Construcción de nuevos canales y limpieza de los actuales.	Agua subterránea	Reducción de tiempos de tránsito de contaminantes por remoción parcial del material de cobertura	-	3	1	4	4	1	1	1	1	4	4	31	N
26	Disposición final de suelos en sitio de disposición	Agua subterránea	Contaminación de las aguas subterráneas debido a la contaminación existente el agua presente en los lodos	-	4	2	4	2	1	1	1	1	4	4	34	N

9.2 MEDIO BIÓTICO

En el cuadro 9.3 se evalúan los impactos sobre el medio biótico que tendrán el proyecto durante el proceso de construcción. La biota será un medio muy afectado por el proyecto, ya que para la ampliación de los cauces y la construcción de algunas obras, será necesario eliminar gran cantidad de vegetación presente en el sitio.

La flora y la fauna terrestre se verán impactadas durante el proceso de construcción. Para ampliar los cauces será necesario eliminar los árboles que se encuentren en las márgenes de los cauces, que impidan el ingreso de la maquinaria, al eliminar estos árboles también se afectará la fauna presente en el sitio, ya que estos utilizan los árboles como su medio de vida. La flora y la fauna terrestre se verán



afectadas también por la colocación de los materiales márgenes de la quebrada Sin Nombre, canal Japdeva, el canal Santa Rosa, nuevo canal Trasvase y el nuevo canal Desvío; esta afectación se dará debido a que se eliminará la flora presente en estas márgenes, lo cual afectará también la fauna presente en el sitio, ya que esta deberá desplazarse. Para la construcción de los vertederos también será necesario eliminar la vegetación del sitio, tanto para el movimiento de maquinaria como para la ubicación de la estructura, este impacto será pequeño en comparación con la afectación a la flora y fauna que provocará la ampliación de los cauces.

La flora y la fauna acuática también será impactada por el proceso de construcción, esto debido al ingreso y operación de maquinaria dentro de los cauces, al realizar la ampliación se afectará la flora y la fauna que se desarrolle en el fondo y los taludes de los cauces.

El área del refugio se verá impactada por los cambios en los patrones de escorrentía producto de la ampliación de los cauces actuales que se encuentran en las márgenes y dentro del Refugio, y por la construcción de dos nuevos canales en zonas muy cercanas que cambiarán la forma en que distribuye la escorrentía actualmente. Este impacto en el Refugio modificará los ecosistemas presentes, los cuales son muy vulnerables a cambios según lo describe el la Actualización del Plan de Manejo del Refugio.

Los ríos serán impactados ya que las modificaciones que se realizarán, cambiarán de forma permanente algunos cauces, la afectación principal se dará en la zona urbana, tanto al río Limoncito como a la quebrada Chocolate, ya que la colocación de paredes de tablestacas y bloques articulados eliminará la posibilidad de que se desarrollen ecosistemas como los que existen actualmente en esta zona del cauce.

Cuadro 9.3. Matriz MIIA sobre el medio biótico

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Evaluación													
				signo	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I		
27	Excavación y dragado	Flora y fauna terrestres	Modificación de ecosistemas terrestres en Quebrada sin nombre (Chinita); Río Limoncito, Quebrada Chocolate, Canal Japdeva y Trasvase Desvío.	-	8	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	N
28	Excavación y dragado	Flora y fauna terrestres	Afectación de la flora y fauna por la operación de maquinaria en Quebrada sin nombre (Chinita); Río Limoncito, Quebrada Chocolate, Canal Japdeva y Trasvase y Desvío.	-	12	4	4	2	4	4	2	1	4	1	66	N	
29	Excavación y dragado	Flora y fauna terrestres	Erosión de suelos expuestos en Quebrada sin nombre (Chinita); Río Limoncito, Quebrada Chocolate, Canal Japdeva y Trasvase y Desvío.	-	4	2	4	2	2	2	2	1	4	2	35	N	
30	Excavación y dragado	Flora y fauna terrestres	Alteración del paisaje en Quebrada sin nombre (Chinita); Río Limoncito, Quebrada Chocolate, Canal Japdeva y Trasvase y Desvío.	-	8	4	4	4	4	4	4	1	4	4	61	N	
31	Excavación y dragado	Flora y fauna terrestres	Modificación de cadenas tróficas acuáticas Quebrada sin nombre (Chinita); Río Limoncito y Quebrada Chocolate	-	8	4	4	4	4	4	4	4	1	4	61	N	
32	Disposición final del material y remanentes de excavación	Flora y fauna terrestres	Erosión del material depositado en Quebrada sin nombre (Chinita); Río Limoncito, Quebrada Chocolate, Canal Japdeva; Trasvase y Desvío.	-	2	2	4	2	2	2	1	1	1	2	25	N	
33	Disposición final del material y remanentes de excavación	Flora y fauna terrestres	Afectación de la flora y fauna por la operación de maquinaria	-	2	4	4	1	2	2	2	1	1	1	28	N	
34	Disposición final del material y remanentes de excavación	Flora y fauna terrestres	Modificación de cadenas tróficas	-	2	2	4	2	2	2	2	4	1	4	31	N	
35	Disposición final del material y remanentes de excavación	Flora y fauna terrestres	Alteración de ecosistemas terrestres en áreas de Trasvase	-	2	2	4	2	4	4	4	4	1	4	37	N	
36	Obras civiles: caminos de acceso, estructuras hidráulicas	Flora y fauna terrestres	Afectación de la flora y fauna por la operación de maquinaria en Quebrada sin nombre (Chinita); Río Limoncito, Quebrada Chocolate, Canal Japdeva, Trasvase y Desvío.	-	12	4	4	4	4	8	4	1	4	1	74	N	
37	Obras civiles: caminos de acceso, estructuras hidráulicas	Flora y fauna terrestres	Pérdida y fragmentación de bosque presente en las zonas de afectación en Quebrada sin nombre (Chinita); Río Limoncito, Quebrada Chocolate, Canal Japdeva, Trasvase y Desvío.	-	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64	N	
38	Eliminación de cobertura vegetal y ribereña	Flora y fauna terrestres	Aumento de sedimentos, disminución de aporte de materia vegetal y disminución de sombra por tala en orillas de Canal Japdeva	-	8	8	4	4	4	8	2	4	4	4	74	N	
39	Eliminación de cobertura vegetal y ribereña	Flora y fauna terrestres	Aumento de sedimentos, disminución de aporte de materia vegetal y disminución de sombra por tala en orillas de Río Limoncito	-	12	8	4	4	4	8	2	4	4	4	86	N	
40	Eliminación de cobertura vegetal y ribereña	Flora y fauna terrestres	Aumento de sedimentos, disminución de aporte de materia vegetal y disminución de sombra por tala en orillas de la Quebrada Chocolate	-	8	8	4	4	4	8	2	4	4	4	74	N	
41	Eliminación de cobertura vegetal y ribereña	Flora y fauna terrestres	Aumento de sedimentos, disminución de aporte de materia vegetal y disminución de sombra por tala en orillas de la Quebrada Sin Nombre	-	12	4	4	4	4	8	2	4	4	4	78	N	



Cuadro 9.3. Matriz MIIA sobre el medio biótico (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Evaluación													
				signo	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I		
42	Eliminación de cobertura vegetal y ribereña	Flora y fauna terrestres	Desplazamiento de especies silvestres en Quebrada sin nombre (Chinita); Río Limoncito, Canal Japdeva, Tránsito y Desvío.	-	8	4	4	4	4	4	4	2	1	4	4	59	N
43	Cambio de las áreas de inundación	Flora y fauna acuáticas	Cambios en el régimen hídrico actual	-	2	2	4	4	4	4	8	4	4	1	4	43	N
44	Excavación y dragado, movimiento de tierras	Flora y fauna acuáticas	Alteración de migraciones y en el desplazamiento de organismos por aumento de sedimentos en el agua en el Quebrada Sin nombre (Chinita); Río Limoncito; Quebrada Chocolate; canal Japdeva y Tránsitos	-	4	4	4	2	1	2	2	4	4	1	40	N	
45	Excavación y dragado, movimiento de tierras	Flora y fauna acuáticas	Pérdida de microhábitats y sustratos de macroinvertebrados acuáticos por relleno de intersticios con sedimento en Quebrada Sin nombre (Chinita); Río Limoncito; Quebrada Chocolate y canal Japdeva	-	8	4	4	2	1	2	2	4	4	1	52	N	
46	Excavación y dragado, movimiento de tierras	Flora y fauna acuáticas	Disminución de calidad del agua por aumento en turbidez en Quebrada Sin nombre (Chinita); Río Limoncito; Quebrada Chocolate; canal Japdeva, Tránsito y Desvío.	-	4	4	4	2	1	1	2	4	4	2	40	N	
47	Excavación y dragado, movimiento de tierras	Flora y fauna acuáticas	Alteración de migraciones y en el desplazamiento de organismos por aumento de sedimentos en el agua en Quebrada Sin nombre (Chinita); Río Limoncito; Quebrada Chocolate; canal Japdeva; Tránsito y Desvío.	-	4	4	4	2	1	2	2	4	4	1	40	N	
48	Excavación y dragado, movimiento de tierras	Flora y fauna acuáticas	Pérdida de microhábitats y sustratos de macroinvertebrados acuáticos por relleno de intersticios con sedimento en Quebrada Sin nombre (Chinita); Río Limoncito; Quebrada Chocolate; canal Japdeva; Tránsito y Desvío.	-	8	4	4	2	1	2	2	4	4	1	52	N	
49	Excavación y dragado, movimiento de tierras	Flora y fauna acuáticas	Disminución de calidad del agua por aumento en turbidez en Quebrada Sin nombre (Chinita); Río Limoncito; Quebrada Chocolate; canal Japdeva; Tránsito y Desvío.	-	4	4	4	2	1	1	2	4	4	2	40	N	
50	Disposición final de materiales y remanentes de excavación	Flora y fauna acuáticas	Erosión del material depositado	-	4	4	4	2	2	2	2	1	1	2	36	N	
51	Disposición final de materiales y remanentes de excavación	Flora y fauna acuáticas	Afectación de la flora y fauna acuáticas por la operación de maquinaria	-	1	2	4	2	2	2	2	1	1	1	22	N	
52	Disposición final de materiales y remanentes de excavación	Flora y fauna acuáticas	Modificación de cadenas tróficas acuáticas	-	1	1	4	2	2	2	4	4	1	4	28	N	
53	Disposición final de materiales y remanentes de excavación	Flora y fauna acuáticas	Aumento de sólidos en suspensión en agua superficial	-	4	2	4	2	2	2	2	1	1	1	31	N	
54	Disposición final de materiales y remanentes de excavación	Flora y fauna acuáticas	Modificación del sistema de drenaje natural	-	2	1	4	4	4	8	4	4	1	4	41	N	
55	Disposición final de materiales y remanentes de excavación	Flora y fauna acuáticas	Alteración de ecosistemas acuáticos en áreas de Tránsito	-	8	1	4	4	4	2	4	4	1	4	53	N	
56	Obras civiles: caminos de acceso, estructuras hidráulicas, paredones de tablestaca	Flora y fauna acuáticas	Afectación de la flora y fauna acuáticas por la operación de maquinaria	-	8	4	4	2	4	4	4	1	4	1	56	N	
57	Obras civiles: caminos de acceso, estructuras hidráulicas, paredones de tablestaca	Flora y fauna acuáticas	Pérdida y fragmentación de bosque presente en las zonas de afectación	-	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64	N	
58	Obras civiles: caminos de acceso, estructuras hidráulicas, paredones de tablestaca	Flora y fauna acuáticas	Aumento de la escorrentía superficial	-	8	4	4	4	4	4	2	1	4	2	57	N	
59	Obras civiles: caminos de acceso, estructuras hidráulicas, paredones de tablestaca	Flora y fauna acuáticas	Alteración del régimen hídrico de los ríos	-	8	8	4	4	4	8	4	4	1	4	73	N	
60	Obras civiles: caminos de acceso, estructuras hidráulicas, paredones de tablestaca	Flora y fauna acuáticas	Aumento de sólidos en suspensión en agua superficial	-	8	8	4	2	2	2	2	1	4	1	58	N	



Cuadro 9.3. Matriz MIIA sobre el medio biótico (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Evaluación												
				signo	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
61	Obras civiles: caminos de acceso, estructuras hidráulicas, paredones de tablestaca	Flora y fauna acuáticas	Aporte de hidrocarburos por fugas en la maquinaria o mantenimiento de la misma	-	4	1	4	1	2	1	2	1	4	1	30	N
62	Obras civiles: caminos de acceso, estructuras hidráulicas, paredones de tablestaca	Flora y fauna acuáticas	Canalización del sustrato del cuerpo de agua, con pérdida de microhábitats en Quebrada Sin nombre (Chinita); Río Limoncito y Quebrada Chocolate.	-	12	4	4	4	4	8	2	4	4	4	78	N
63	Obras civiles: caminos de acceso, estructuras hidráulicas, paredones de tablestaca y Bloques articulados	Flora y fauna acuáticas	Disminución de abundancia y riqueza de especies a consecuencia de las obras en Quebrada Sin nombre (Chinita); Río Limoncito; Quebrada Chocolate y canal Japdeva.	-	1	4	2	2	2	2	2	1	4	2	28	N
64	Excavación y dragado en el canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Modificación de ecosistemas terrestres	-	8	2	4	4	4	4	4	4	4	4	60	N
65	Excavación y dragado en el canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Afectación de la flora y fauna por la operación de maquinaria	-	12	4	4	2	4	4	2	1	4	1	66	N
66	Excavación y dragado en el canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Erosión de suelos expuestos	-	8	8	4	2	2	2	2	1	4	2	59	N
67	Excavación y dragado en el canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Alteración del paisaje	-	8	4	4	4	4	4	4	1	4	4	61	N
68	Excavación y dragado en el canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Modificación de cadenas tróficas	-	8	4	4	4	4	4	4	4	1	4	61	N
69	Disposición final de los material y remanentes de excavación en el Canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Erosión del material depositado	-	8	8	4	2	2	2	2	1	4	2	59	N
70	Disposición final de los material y remanentes de excavación en el Canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Afectación de la flora y fauna por la operación de maquinaria	-	8	8	4	2	2	4	2	1	4	1	60	N
71	Disposición final de los material y remanentes de excavación en el Canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Modificación de cadenas tróficas	-	8	8	4	2	2	2	2	4	1	4	61	N
72	Disposición final de los material y remanentes de excavación en el Canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Alteración de ecosistemas terrestres en áreas de Tránsito	-	8	8	4	2	4	4	4	4	1	4	67	N
73	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Afectación de la flora y fauna por la operación de maquinaria	-	12	8	4	4	4	8	4	1	4	1	82	N
74	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Impermeabilización de las capas superiores	-	8	8	4	4	4	8	2	1	4	4	71	N
75	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Pérdida y fragmentación de bosque presente en las zonas de afectación	-	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64	N
76	Cambio en las áreas de inundación debido al cambio en la capacidad del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Cambios en el régimen hídrico actual	-	12	8	4	4	4	8	4	4	1	4	85	N
77	Excavación y dragado en el canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Alteración de migraciones y en el desplazamiento de organismos por aumento de sedimentos en el agua	-	4	4	4	2	1	2	2	4	4	1	40	N
78	Excavación y dragado en el canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Pérdida de microhábitats y sustratos de macroinvertebrados acuáticos por relleno de intersticios con sedimento	-	8	4	4	2	1	2	2	4	4	1	52	N
79	Excavación y dragado en el canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Disminución de calidad del agua por aumento en turbidez	-	4	4	4	2	1	1	2	4	4	2	40	N
80	Disposición final de los material y remanentes de excavación en el Canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Erosión del material depositado	-	8	4	4	2	2	4	2	1	4	2	53	N
81	Disposición final de los material y remanentes de excavación en el Canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Afectación de la flora y fauna acuáticas por la operación de maquinaria	-	8	4	4	2	2	2	2	1	4	2	51	N
82	Disposición final de los material y remanentes de excavación en el Canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Modificación de cadenas tróficas acuáticas	-	8	4	4	2	2	2	4	4	1	4	55	N
83	Disposición final de los material y remanentes de excavación en el Canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Aumento de sólidos en suspensión en agua superficial	-	4	2	4	2	2	2	2	1	1	1	31	N



Cuadro 9.3. Matriz MIIA sobre el medio biótico (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Evaluación														
				signo	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I			
84	Disposición final de los material y remanentes de excavación en el Canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Modificación del sistema de drenaje natural	-	12	8	4	4	4	4	8	4	4	1	4	85	N	
85	Disposición final de los material y remanentes de excavación en el Canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Alteración de ecosistemas acuáticos en áreas de Trasvase	-	8	8	4	4	4	4	2	4	4	1	4	67	N	
86	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Afectación de la flora y fauna acuáticas por la operación de maquinaria	-	12	8	4	2	4	4	4	4	1	4	1	76	N	
87	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Impermeabilización de las capas externas de las paredes de canales	-	8	4	4	4	4	4	8	2	1	4	4	63	N	
88	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Pérdida y fragmentación de bosque presente en las zonas de afectación	-	12	8	4	4	4	4	4	4	4	1	4	81	N	
89	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Aumento de la escorrentía superficial	-	8	4	4	4	4	4	4	2	1	4	2	57	N	
90	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Alteración del régimen hídrico de los ríos	-	8	8	4	4	4	4	8	4	4	1	4	73	N	
91	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Aumento de sólidos en suspensión en agua superficial	-	8	8	4	2	2	2	2	2	1	4	1	58	N	
92	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Aporte de hidrocarburos por fugas en la maquinaria o mantenimiento de la misma	-	4	1	4	1	2	1	2	1	2	1	4	1	30	N
93	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Canalización del sustrato del cuerpo de agua, con pérdida de microhábitats	-	12	4	4	4	4	4	8	2	4	4	4	78	N	
94	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Cambios en la dinámica hidráulica del humedal	-	8	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	62	N	
95	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Disminución de abundancia y riqueza de especies a consecuencia de las obras	-	1	4	2	2	2	2	2	2	1	4	2	28	N	
96	Eliminación de cobertura vegetal en los márgenes de los cauces	Flora y fauna acuáticas	Aumento de sedimentos, disminución de aporte de materia vegetal y disminución de sombra por tala	-	12	4	4	4	4	4	8	2	4	4	4	78	N	
97	Cambio en las áreas de inundación debido al cambio en la capacidad del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Cambios en el régimen hídrico actual	-	8	8	4	4	4	4	8	4	4	1	4	73	N	
98	Construcción - excavación canal Santa Rosa	Humedal	Ingreso y circulación de maquinaria al Refugio.	-	8	8	4	1	1	4	4	4	1	4	2	61	N	
99	Construcción - caminos de tierra a ambos lados y a lo largo de canal Santa Rosa	Humedal	Ingreso y circulación de maquinaria al Refugio	-	8	8	4	2	1	4	4	4	1	4	2	62	N	
100	Construcción - descuaje y tala de árboles y vegetación a lo largo de canal Santa Rosa	Humedal	Circulación de maquinaria al Refugio	-	8	8	4	1	1	4	4	4	1	4	2	61	N	
101	Construcción - disposición y colocación de material excavado y árboles talados a ambos lados del canal Santa Rosa.	Humedal	Interrupción de la escorrentía y el desborde de agua hacia el humedal en el Refugio	-	4	8	4	2	2	4	4	4	1	4	2	51	N	
102	Construcción - excavación del canal JAPDEVA	Canal Japdeva	Mayor capacidad de transporte de agua.	+	4	2	4	4	4	4	8	2	1	4	4	47	P	
103	Construcción - caminos de tierra a ambos lados y a lo largo de canal JAPDEVA	Zonas de vegetación importante alrededor del Humedal	Ingreso y circulación de maquinaria a los alrededores del canal JAPDEVA. Aumento de accesibilidad al Refugio.	-	4	4	4	2	2	4	2	2	1	4	2	41	N	
104	Construcción - descuaje y tala de árboles y vegetación a lo largo de canal JAPDEVA	Zonas de vegetación importante alrededor del Humedal	Ingreso y circulación de maquinaria a los alrededores del canal JAPDEVA. Aumento de accesibilidad al Refugio.	-	4	4	4	1	2	4	2	2	1	4	2	40	N	
105	Construcción - disposición y colocación de material excavado y árboles talados a ambos lados del canal JAPDEVA	Zonas de vegetación importante alrededor del Humedal	Interrupción de la escorrentía y el desborde de agua hacia los alrededores del canal JAPDEVA	-	4	4	4	2	2	4	2	2	1	4	2	41	N	
106	Construcción de canal de Trasvase (Río Limoncito - Canal Santa Rosa) - descuaje y tala de árboles y vegetación	Humedal	Ingreso y circulación de maquinaria al Refugio y zonas alrededor	-	8	8	4	1	1	4	4	4	1	4	2	61	N	



Cuadro 9.3. Matriz MIIA sobre el medio biótico (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Evaluación												
				signo	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
107	Construcción de canal de Traslase (Río Limoncito - Canal Santa Rosa) - excavación y taludes	Humedal	Ingreso y circulación de maquinaria al Refugio y zonas alrededor	-	8	8	4	1	1	4	4	1	4	2	61	N
108	Construcción de canal de Traslase (Río Limoncito - Canal Santa Rosa) - caminos de tierra a ambos lados	Humedal	Ingreso y circulación de maquinaria al Refugio y zonas alrededor	-	8	8	4	2	1	4	4	1	4	2	62	N
109	Construcción de canal de Traslase (Río Limoncito - Canal Santa Rosa) - disposición y colocación de material excavado y árboles talados a ambos lados del Traslase	Humedal	Interrupción de la escorrentía y el desborde de agua hacia el humedal en el Refugio y alrededores	-	4	8	4	2	2	4	4	1	4	2	51	N
110	Construcción de alcantarillas	Humedal - Mar	Nuevas salidas al mar	+	4	1	4	4	4	4	4	1	4	4	43	P
111	Construcción - excavación canal Santa Rosa	Canal Santa Rosa - Refugio	Mayor capacidad de transporte de agua.	-	8	2	4	4	4	8	4	1	4	4	61	N
112	Construcción de canal de Desvío (Canal JAPDEVA - alcantarilla) - descuaje y tala de árboles y vegetación	Humedal y zonas alrededor	Alteración de la condiciones existentes en la zona del Refugio y alrededores producto del ingreso y circulación de maquinaria	-	8	4	4	1	1	4	4	1	4	2	53	N
113	Construcción de canal de Desvío (Canal JAPDEVA - alcantarilla) - excavación y taludes	Humedal y zonas alrededor	Alteración de la condiciones existentes en la zona del Refugio y alrededores producto del ingreso y circulación de maquinaria	-	8	4	4	1	1	4	4	1	4	2	53	N
114	Construcción de canal de Desvío (Canal JAPDEVA - alcantarilla) - caminos de tierra a ambos lados	Humedal y zonas alrededor	Alteración de la condiciones existentes en la zona del Refugio y alrededores producto del ingreso y circulación de maquinaria	-	8	4	4	2	1	4	4	1	4	2	54	N
115	Construcción de canal de Desvío (Canal JAPDEVA - alcantarilla) - disposición y colocación de material excavado y árboles talados a ambos lados del Traslase.	Humedal y zonas alrededor	Interrupción de la escorrentía y el desborde de agua hacia el humedal en el Refugio y alrededores	+	4	4	4	2	2	4	4	1	4	2	43	P
116	Construcción - excavación canal Santa Rosa	Canal Santa Rosa - Refugio	Mayor capacidad de transporte de agua.	-	8	2	4	4	4	8	4	1	4	4	61	N

9.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

En el cuadro 9.4 se muestra evaluación de los impactos sobre el medio socioeconómico, durante la etapa de construcción. El medio socioeconómico se verá impactado negativamente durante la etapa de construcción, pero durante la operación del proyecto, este medio se beneficiará, pues existirán mejoras en la salud, aumentará el precio de la tierra, se mejorarán condiciones de vida de la población gracias a la disminución de la frecuencia de inundaciones y se mejorará la infraestructura vial debido a algunos puentes existentes serán reemplazados por una estructura de mejor calidad y mayor tamaño.

Durante el proceso de construcción se aumentará el consumo de servicios en la zona, gracias a la presencia de trabajadores en la zona. La vialidad será un elemento socioeconómico impactado, esto debido a que para construir los puentes será necesario cerrar la vía y durante el proceso de ampliación de los cauces y la corta de los árboles en la zona urbana, será necesario cerrar temporalmente la vía donde se esté realizando el trabajo, pues éstas son angostas y por temas de seguridad será mejor cerrar el paso.

El paisaje será un elemento que tendrá grandes cambios tanto en la zona urbana como fuera de ésta. En la zona urbana se eliminarán alrededor de 366 árboles los cuales embellecen el paisaje urbano en la actualidad, además al instalar tablestacas y bloques articulados también se realizará un cambio en el paisaje actual del área del proyecto. Fuera de la zona urbana el paisaje se verá afectado debido a la eliminación de vegetación en las márgenes de los cauces y la colocación de montículos de suelo en las orillas de los cauces.

La población se verá afectada por el ruido que generará la maquinaria que trabajará en los cauces, el tránsito de vagonetas, la demolición de los puentes y el hincado de los pilotes requeridos para cimentar los puentes.

Cuadro 9.4. Matriz MIIA sobre el medio Socioeconómico (

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Evaluación												
				signo	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
117	Excavación de vía y construcción de las alcantarillas	Vialidad	Interrupción parcial del flujo vehicular.	-	1	1	4	2	1	1	2	1	4	1	21	N
118	Construcción de alcantarillas - reconstrucción de superficie de rodamiento y señalización	Vialidad	Interrupción parcial del flujo vehicular.	-	1	1	4	1	1	1	2	1	4	1	20	N
119	Construcción de puentes - demolición de puentes actuales	Vialidad	Interrupción del flujo vehicular	-	2	4	4	1	1	1	2	1	4	1	29	N
120	Construcción de puentes	Vialidad	Interrupción del flujo vehicular	-	2	4	4	1	1	1	2	1	4	1	29	N
121	Excavación de fondo y taludes	Vialidad	Interrupción parcial del flujo vehicular	-	2	4	4	1	1	1	2	1	4	1	29	N
122	Acarreo de material de excavación y estructuras demolidas a punto de disposición	Vialidad	Aumento del flujo vehicular	-	2	4	4	1	1	1	2	1	4	1	29	N



Cuadro 9.4. Matriz MIIA sobre el medio Socioeconómico (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Evaluación												
				signo	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
123	Descuaje, tala y transporte de árboles	Vialidad	Interrupción parcial de flujo vehicular y aumento del flujo vehicular	-	2	2	4	1	1	1	2	1	4	1	25	N
124	Suministro y colocación de tablestacado	Vialidad	Interrupción parcial de flujo vehicular y aumento del flujo vehicular	-	2	2	4	1	1	1	2	1	4	1	25	N
125	Suministro y colocación de bloques articulados de concreto	Vialidad	Interrupción parcial de flujo vehicular y aumento del flujo vehicular	-	2	2	4	1	1	1	2	1	4	1	25	N
126	Construcción de aceras en las carreteras colindantes	Vialidad	Interrupción parcial de flujo vehicular y aumento del flujo vehicular	-	1	2	4	1	1	1	2	1	4	1	22	N
127	Construcción nueva sección Quebrada Chocolate - excavación	Vialidad	Interrupción parcial de flujo vehicular y aumento del flujo vehicular	-	2	2	4	1	1	1	2	1	4	4	28	N
128	Construcción nueva sección Quebrada Chocolate - relocalización de infraestructura.	Vialidad	Interrupción del flujo vehicular	-	1	1	4	1	1	1	2	1	4	1	20	N
129	Construcción nueva sección Quebrada Chocolate - relleno del cauce actual.	Vialidad	Interrupción parcial de flujo vehicular y aumento del flujo vehicular	-	2	2	4	1	1	1	2	1	4	1	25	N
130	Construcción nueva sección Quebrada Chocolate - construcción de superficie de rodamiento	Vialidad	Interrupción parcial de flujo vehicular y aumento del flujo vehicular	-	2	2	4	1	1	1	2	1	4	1	25	N
131	Construcción nueva sección Quebrada Chocolate - colocación de señalización vertical y horizontal.	Vialidad	Interrupción del flujo vehicular	-	1	2	4	1	1	1	2	1	4	1	22	N
132	Construcción de vertederos - demolición de vertedero actual ubicado al inicio del canal Japdeva	Vialidad	Interrupción parcial de flujo vehicular y aumento del flujo vehicular	-	1	2	4	1	1	1	2	1	4	1	22	N
133	Construcción de vertederos	Vialidad	Interrupción parcial de flujo vehicular y aumento del flujo vehicular	-	1	2	4	1	1	1	2	1	4	1	22	N
134	Congestión vial producto de la movilización de equipos	Vialidad	Efectos en la movilización vial por el incremento en el tránsito de vehículos pesados. (A)	-	1	1	4	2	2	2	2	1	4	4	26	N
135	Aumento de la actividad comercial y empleo indirecto	Población	Aumento de ingresos	+	1	2	1	2	4	0	2	4	4	2	26	P
136	Generación de empleo directo	Población	Empleo en la zona.	+	1	2	2	2	2	0	2	1	1	1	18	P
137	Reubicación de familias	Población	Movilización de viviendas a otras zonas.	+	1	1	8	4	4	8	2	1	4	1	37	P
138	Excavación del canal JAPDEVA	Población	Mayor capacidad de transporte de agua.	+	4	2	4	4	4	8	2	1	4	4	47	P
139	Sistemas de alcantarillado, puentes, excavaciones de fondo y taludes, demolición de estructuras y obras, acarreo de materiales y estructuras; descuaje, tala y transporte de árboles, colocación de tablestacado y bloques de concreto, construcción de camino y aceras.	Población	Invasión del espacio público (calles, aceras, puentes, entre otros)	-	2	1	2	2	0	2	1	1	4	1	21	N
140	Puentes, excavaciones de fondo y taludes, demolición de estructuras y obras; descuaje, tala y transporte de árboles, colocación de tablestacado y bloques de concreto.	Población	Obstrucción de las áreas verdes asociadas al Río y quebradas	-	4	2	2	2	2	4	2	1	4	1	34	N
141	Sistemas de alcantarillado, puentes, excavaciones de fondo y taludes, demolición de estructuras y obras; descuaje, tala y transporte de árboles, colocación de tablestacado y bloques de concreto, construcción de camino y aceras.	Población	Disposición de desechos sólidos de las viviendas en el espacio público	-	2	2	2	2	2	4	2	4	4	2	32	N
142	Sistemas de alcantarillado, puentes y aceras en las carreteras colindantes a la Quebrada Chocolate y el Río Limoncito.	Población	Inversión en espacio e infraestructura pública	+	2	4	2	4	4	0	4	4	4	0	36	P
143	Excavación y limpieza de los cauces intervenidos durante el proyecto	Paisaje	Desarrollo de Actividades recreativas	-	4	2	4	4	4	2	4	4	4	4	46	N
144	Excavación y limpieza de los cauces intervenidos durante el proyecto	Paisaje	Impacto visual de las obras	-	4	2	4	1	2	2	2	2	1	1	31	N
145	Eliminación de la cubierta vegetal	Sitios arqueológicos	Alteración de la evidencia arqueológica	-	1	1	4	4	4	4	1	1	4	1	28	N



Cuadro 9.4. Matriz MIIA sobre el medio Socioeconómico (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Evaluación												
				signo	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
146	Movimiento de tierras	Sitios arqueológicos	Riesgo de destrucción de restos arqueológicos	-	1	4	4	4	4	4	2	1	4	1	35	N
147	Proceso construcción a lo largo del río Limoncito y quebrada Chocolate	Servicio de recolección	Generación de residuos ordinarios por parte de los trabajadores de la obra	-	1	2	4	2	0	1	1	0	4	1	20	N

9.4 IMPACTOS EN LA FASE DE OPERACIÓN DEL PROYECTO

En el cuadro 9.5 se muestran los impactos que el proyecto generará en la etapa de operación. En el cuadro se muestran los impactos que recibirá el medio físico, biótico y socioeconómico.

Cuadro 9.5. Matriz MIIA de impactos en la fase de operación

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Evaluación												
				signo	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
148	Operación del proyecto	Sitios arqueológicos	Gestión integral de elementos arqueológicos existentes en AP	+	8	4	2	4	2	1	2	1	4	4	52	P
149	Reapertura de vías	Aire	Recuperación de las actividades urbanas (infraestructura urbana)	+	2	1	1	4	2	2	2	2	4	4	29	P
150	Limpieza y reconformación de taludes	Suelo	Aumento en los volúmenes de suelo desprendido (erosión y deslizamientos)	+	1	2	2	1	4	4	2	1	1	1	23	P
151	Operación canal de Traslase (Río Limoncito - Canal Santa Rosa) - desvío de excedencias	Canal Santa Rosa - Refugio	Incremento del agua que ingresa a Canal Santa Rosa y por tanto al Refugio	+	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	49	P
152	Operación del proyecto	Humedal	Disminución de las áreas de inundación en el área del Refugio	-	8	4	4	4	4	8	4	1	4	4	65	N
153	Operación de vertederos - desvío de agua en etapas previas a excedencias	Río Limoncito - Canal Santa Rosa	Disminución del caudal del Río Limoncito	-	4	4	4	4	4	1	4	1	4	4	46	N
154	Operación de vertederos - desvío de agua en caso de excedencias	Canal Santa Rosa - Refugio	Aumento del caudal del Canal Santa Rosa	+	4	4	4	4	4	1	4	1	4	4	46	P
155	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna terrestres	Modificación de ecosistemas terrestres	-	2	2	2	4	2	4	4	4	1	4	35	N
156	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna terrestres	Afectación de la flora y fauna por limpieza y mantenimiento de canales y caminos	-	2	2	2	2	2	2	2	1	4	1	26	N
157	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna terrestres	Recuperación del paisaje	+	2	4	2	2	2	4	2	1	1	4	32	P
158	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna terrestres	Eliminación de flora en las áreas cercanas al AP cuando se realice mantenimiento de los vertedores y alcantarillas	-	2	2	2	1	2	4	2	1	4	1	27	N
159	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna terrestres	Erosión del material depositado	-	2	2	2	1	2	2	2	1	4	1	25	N
160	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna terrestres	Afectación de la flora y fauna por acumulación periódica de sedimentos	-	8	4	4	2	2	4	2	1	4	4	55	N
161	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna terrestres	Eliminación periódica de desechos sólidos	+	2	4	2	2	2	4	2	1	4	2	33	P
162	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna terrestres	Afectación de especies riparias por alteraciones producidas por el ingreso de maquinaria a realizar mantenimiento	-	8	4	4	4	2	4	4	4	4	4	62	N
163	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna terrestres	Cambios en la escorrentía por la impermeabilización de suelos	-	2	2	2	2	2	2	2	1	4	2	27	N
164	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna terrestres	Restauración de bosques fragmentados	+	2	4	2	4	4	4	2	4	4	4	42	P
165	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna terrestres	Restauración de áreas riparias	+	2	4	2	4	4	4	2	4	4	4	42	P
166	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna terrestres	Erosión de las paredes y piso de los canales y arrastre de sedimentos	-	2	2	4	2	2	2	2	1	4	2	29	N
167	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna terrestres	Aporte de hidrocarburos por fugas en la maquinaria o mantenimiento de la misma	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	16	N
168	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Modificación de ecosistemas acuáticos	-	2	2	2	4	2	4	4	4	1	4	35	N
169	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Afectación de la flora y fauna acuáticas por limpieza y mantenimiento de canales y caminos	-	4	4	2	2	2	2	2	1	4	1	36	N



Cuadro 9.5. Matriz MIIA de impactos en la fase de operación (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Evaluación												
				signo	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
170	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Cambios de sustrato acuático	-	1	2	4	2	2	2	4	4	4	2	31	N
171	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Modificación de cadenas tróficas y procesos reproductivos	-	2	4	2	4	4	4	4	4	4	4	44	N
172	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Recuperación del paisaje	+	2	4	2	4	2	2	2	1	1	2	30	P
173	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Desarrollo hábitats acuáticos aptos para vectores de enfermedades (dengue, malaria)	-	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64	N
174	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Afectación de la flora y fauna por acumulación periódica de sedimentos	-	8	4	4	2	4	4	2	1	1	4	54	N
175	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Eliminación periódica de desechos sólidos	+	2	4	2	4	4	2	2	1	1	2	32	P
176	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Cambios en la escorrentía por la impermeabilización de capas externas de las paredes de canales	-	2	2	4	4	2	2	2	1	1	2	28	N
177	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Restauración de áreas riparias	+	2	2	1	4	4	4	4	4	4	2	37	P
178	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Erosión de las paredes y piso de los canales	-	4	2	4	2	2	2	2	1	4	2	35	N
179	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Arrastre de sedimentos por erosión de canales	-	4	4	4	2	2	2	2	1	4	2	39	N
180	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Disminución drástica de caudal mínimo (época seca)	-	12	8	4	4	4	4	4	4	4	2	82	N
181	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Aporte de hidrocarburos por fugas en la maquinaria o mantenimiento de la misma	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	16	N
182	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Aumento de accesibilidad para pescar en el Refugio por los caminos aledaños a los canales	-	12	8	4	4	4	4	4	4	4	4	84	N
183	Aceras en las carreteras colindantes	Población	Mejoramiento de infraestructura peatonal	+	2	4	4	4	2	1	2	1	4	4	36	P
184	Operación nueva superficie de rodamiento	Vialidad	Mejoramiento de la infraestructura vial	+	2	2	4	2	2	2	2	1	4	2	29	P
185	Disminuye la probabilidad de inundación	Salud	Calidad de la Salud	+	6	2	4	4	4	0	4	4	4	4	50	P
186	Cambio en el precio de la tierra	Población	Precio de la tierra	+	8	2	4	4	4	4	4	4	4	1	57	P
187	Operación de obras construidas	Población	Disminución parcial de las inundaciones en la zona urbana y el humedal	+	1	4	1	4	4	0	2	4	4	4	34	P
188	Operación de obras construidas	Población	Afectación por inundación a viviendas que anteriormente no se inundaban	-	4	2	1	2	4	4	2	2	4	2	37	N
189	Eliminación de cobertura vegetal	Población, Flora, Fauna y Paisaje	Modificación de las condiciones bioclimáticas. Aumento de la temperatura por falta de zonas de sombra y cobertura vegetal.	-	4	2	2	2	2	4	2	4	4	2	38	N
190	Implementación y exposición del talud de los cauces	Paisaje	Alteración del paisaje natural	-	4	2	4	2	2	2	4	1	4	4	39	N
191	Implementación de alcantarillas	Paisaje	Alteración del paisaje natural	-	1	1	4	4	4	4	1	1	1	4	28	N
192	Implementación de vertederos	Paisaje	Alteración del paisaje natural	-	2	2	4	4	4	4	2	1	2	4	35	N
193	implementación de puentes	Paisaje	Mejoramiento de la condiciones de los puentes	+	4	2	4	4	4	4	4	1	4	4	45	P
194	Eliminación de árboles y cubierta vegetal en la márgenes	Paisaje	Alteración del paisaje natural	-	8	6	4	4	4	4	4	1	4	4	65	N
195	Eliminación de árboles y cubierta vegetal en la márgenes	Paisaje	Alteración del paisaje natural	-	2	2	4	4	2	2	4	4	2	4	36	N
196	Operación	Sitos histórico-culturales	Efectos sobre el estado de preservación de la evidencia	-	2	4	2	4	4	4	2	1	1	4	36	N
197	Operación	Sitos histórico-culturales	Potenciación de elementos histórico-culturales	+	2	4	2	4	4	4	2	1	1	4	36	P





9.5 ANÁLISIS DE EFECTOS ACUMULATIVOS

Durante el proceso de construcción se eliminará la cobertura vegetal de las márgenes del cauce, esto sin lugar a duda potenciará el proceso erosivo. La medida de mitigación planteada para este impacto es la colocación de membranas para atrapar los sedimentos aguas abajo del sitio de trabajo, también se deben colocar plásticos sobre los montículos de suelo y después de realizar los trabajos se debe dar un proceso de revegetación de las márgenes y los taludes de los cauces para disminuir la cantidad de material arrastrado tanto por el caudal del río, como por la escorrentía superficial producto de la lluvia. Una vez implementadas estas medidas aún existirá un efecto acumulativo de este impacto, ya que el suelo erosionado en algunas zonas se depositará en otras, el suelo sedimentado causará una disminución de la sección hidráulica para evitar que esto genere problemas se debe realizar limpiezas periódicas de los cauces.

9.6 ANÁLISIS DE EFECTOS SINÉRGICOS

Durante la fase de construcción no se realizará ningún otro proyecto de gran magnitud que pueda generar efectos sinérgicos con el proyecto en estudio. No obstante el proyecto estudiado si tiene actividades que poseen efectos sinérgicos entre ellas.

El primer efecto sinérgico que se presenta es el aumento en cantidad de sedimentos disueltos en el agua cuando se está realizando la ampliación del río Limoncito y la quebrada Sin Nombre, cada una de estas actividades por su naturaleza generarán un cantidad de sedimentos disueltos en el agua importante, esto disminuye la calidad del agua, en el punto donde se unen estas aguas contaminadas la cantidad de sedimentos podría ser muy elevada, hasta el punto de causar muerte de la flora y fauna acuática. Esta alta concentración de sedimentos también repercute en el deterioro de la sección transversal del cauce, pues al sedimentarse aguas abajo, hacen que disminuya la sección transversal y por ende la capacidad hidráulica. Por lo anterior, si se diera este escenario, se deberá desplazar en el tiempo alguna de las dos actividades de modo que no se dé este efecto sinérgico entre ambas. Este mismo efecto sinérgico se presenta entre la ampliación del río Limoncito y la ampliación de la quebrada Chocolate, por lo que en caso de presentarse problemas se deberá desplazar en el tiempo alguna de las dos actividades.

El proceso de tala de árboles se debe planificar de modo que se tenga capacidad de trasladar toda la biota importante, por lo tanto se debe realizar la corta de árboles de manera planificada en cada cauce para garantizar un adecuado tratamiento de la biota encontrada en los árboles y evitar generar afectación a la vialidad debido al cierre de vías para temporal para cortar dichos árboles.

El otro efecto sinérgico que el proyecto posee es el impacto a la vialidad por el cierre de algunas vías durante la construcción de los puentes, para evitar que este efecto de sinergia se dé, en la planificación del proceso constructivo no se deben construir dos puentes cercanos a la misma vez esto con el fin de que los usuarios siempre tengan una ruta alterna por la cual transitar.

Para evitar un efecto sinérgico entre dos actividades que generen ruido, como por ejemplo la demolición de puentes, el hincado de pilotes, la tala de árboles, entre otras; se debe planificar el proceso constructivo de manera que no se realicen dos o más actividades que generen ruido en una zona cercana, al mismo tiempo, esto con el fin de disminuir la afectación que pueda tener la población cercana al sitio.





9.7 MEDIDAS CORRECTIVAS Y DE MITIGACIÓN

Con base en los resultados obtenidos en las MIIA de apartados anteriores, en el cuadro 9.6 se presentan los impactos más significativos para la etapa de construcción, en este cuadro también se presenta la estrategia para mitigar significativos.

Cuadro 9.6. Matriz de medidas de mitigación (incluye indicadores, monitoreo y regencia) para impactos significativos (severos o críticos) en etapa de construcción

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo ¢	I
18	Excavación	Agua superficial	Contaminación en el río Limoncito debido a la excavación de fondo y taludes del cauce	- Trampas de sedimentos para disminuir la cantidad de sedimentos en el agua. - Monitoreo físico-químico del agua para garantizar la sobrevivencia de los ecosistemas existentes	Medición de Calidad físico-química del agua (turbidez : valor máximo 100 UNT)	Mientras haya obras que potencialmente liberen sedimento	SENARA y empresa constructora	\$ 3600 por las trampas de sedimentos *960 por las pruebas de turbidez	56
27	Excavación y dragado	Flora y fauna terrestres	Modificación de ecosistemas terrestres en Quebrada sin nombre (Chinita); Río Limoncito, Quebrada Chocolate, Canal Japdeva y Traslase Desvío.	- Sembrar árboles nativos a lo largo de caminos tal y como se especifica en el Plan de Gestión Ambiental. - No cortar árboles de especies en peligro. - Cortar únicamente los árboles ubicados en el espacio de operación de la maquinaria y los sitios donde se ubicará la infraestructura nueva. - Reubicación de la biota que habite en los árboles que se recomienda no talar en el PGA	Cantidad de árboles sembrados. Monitoreo de la sobrevivencia y crecimiento de los árboles sembrados. Mantenimiento de los árboles seleccionados.	Desde el inicio de la construcción	SENARA y empresa Constructora	\$ 118000 para reforestar árboles \$ 2000 para desarrollar el plan de reforestación \$ 30000 para reubicar la biota	60
28	Excavación y dragado	Flora y fauna terrestres	Afectación de la flora y fauna por la operación de maquinaria en Quebrada sin nombre (Chinita); Río Limoncito, Quebrada Chocolate, Canal Japdeva y Traslase y Desvío.	- Sembrar árboles nativos a lo largo de caminos tal y como se especifica en el Plan de Gestión Ambiental. - No cortar árboles de especies en peligro. - Cortar únicamente los árboles ubicados en el espacio de operación de la maquinaria y los sitios donde se ubicará la infraestructura nueva. - Reubicación de la biota que habite en los árboles que se recomienda no talar en el PGA	Cantidad de árboles sembrados. Monitoreo de la sobrevivencia y crecimiento de los árboles sembrados. Mantenimiento de los árboles seleccionados.	Desde el inicio de la construcción	SENARA y empresa Constructora	\$ 118000 para reforestar árboles \$ 2000 para desarrollar el plan de reforestación \$ 30000 para reubicar la biota	66
30	Excavación y dragado	Flora y fauna terrestres	Alteración del paisaje en Quebrada sin nombre (Chinita); Río Limoncito, Quebrada Chocolate, Canal Japdeva y Traslase y Desvío.	- Sembrar árboles nativos a lo largo de caminos tal y como se especifica en el Plan de Gestión Ambiental. - No cortar árboles de especies en peligro. - Cortar únicamente los árboles ubicados en el espacio de operación de la maquinaria y los sitios donde se ubicará la infraestructura nueva. - Reubicación de la biota que habite en los árboles que se recomienda no talar en el PGA	Cantidad de árboles sembrados. Monitoreo de la sobrevivencia y crecimiento de los árboles sembrados. Mantenimiento de los árboles seleccionados.	Desde el inicio de la construcción	SENARA y empresa Constructora	\$ 118000 para reforestar árboles \$ 2000 para desarrollar el plan de reforestación \$ 30000 para reubicar la biota	61
31	Excavación y dragado	Flora y fauna terrestres	Modificación de cadenas tróficas acuáticas Quebrada sin nombre (Chinita); Río Limoncito y Quebrada Chocolate	- Sembrar árboles nativos a lo largo de caminos tal y como se especifica en el Plan de Gestión Ambiental. - No cortar árboles de especies en peligro. - Cortar únicamente los árboles ubicados en el espacio de operación de la maquinaria y los sitios donde se ubicará la infraestructura nueva. - Reubicación de la biota que habite en los árboles que se recomienda no talar en el PGA	Cantidad de árboles sembrados. Monitoreo de la sobrevivencia y crecimiento de los árboles sembrados. Mantenimiento de los árboles seleccionados.	Desde el inicio de la construcción	SENARA y empresa Constructora	\$ 118000 para reforestar árboles \$ 2000 para desarrollar el plan de reforestación \$ 30000 para reubicar la biota	61
36	Obras civiles: caminos de acceso, estructuras hidráulicas	Flora y fauna terrestres	Afectación de la flora y fauna por la operación de maquinaria en Quebrada sin nombre (Chinita); Río Limoncito, Quebrada Chocolate, Canal Japdeva, Traslase y Desvío.	- Sembrar árboles nativos a lo largo de caminos tal y como se especifica en el Plan de Gestión Ambiental. - No cortar árboles de especies en peligro. - Cortar únicamente los árboles ubicados en el espacio de operación de la maquinaria y los sitios donde se ubicará la infraestructura nueva. - Reubicación de la biota que habite en los árboles que se recomienda no talar en el PGA	Cantidad de árboles sembrados. Monitoreo de la sobrevivencia y crecimiento de los árboles sembrados. Mantenimiento de los árboles seleccionados.	Desde el inicio de la construcción	SENARA y empresa Constructora	\$ 118000 para reforestar árboles \$ 2000 para desarrollar el plan de reforestación \$ 30000 para reubicar la biota	74



Cuadro 9.6. Matriz de medidas de mitigación (incluye indicadores, monitoreo y regencia) para impactos significativos (severos o críticos) en etapa de construcción (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo ¢	I
37	Obras civiles: caminos de acceso, estructuras hidráulicas	Flora y fauna terrestres	Pérdida y fragmentación de bosque presente en las zonas de afectación en Quebrada sin nombre (Chinita); Río Limoncito, Quebrada Chocolate, Canal Japdeva, Traslase y Desvío.	<ul style="list-style-type: none"> - Sembrar árboles nativos a lo largo de caminos tal y como se especifica en el Plan de Gestión Ambiental. - No cortar árboles de especies en peligro. - Cortar únicamente los árboles ubicados en el espacio de operación de la maquinaria y los sitios donde se ubicará la infraestructura nueva. - Reubicación de la biota que habite en los árboles que se recomienda no talar en el PGA 	Cantidad de árboles sembrados. Monitoreo de la sobrevivencia y crecimiento de los árboles sembrados. Mantenimiento de los árboles seleccionados.	Desde el inicio de la construcción	SENARA y empresa Constructora	\$ 118000 para reforestar árboles \$ 2000 para desarrollar el plan de reforestación \$ 30000 para reubicar la biota	64
38	Eliminación de cobertura vegetal y ribereña	Flora y fauna terrestres	Aumento de sedimentos, disminución de aporte de materia vegetal y disminución de sombra por tala en orillas de Canal Japdeva	<ul style="list-style-type: none"> - Sembrar árboles nativos a lo largo de caminos tal y como se especifica en el Plan de Gestión Ambiental. - No cortar árboles de especies en peligro. - Cortar únicamente los árboles ubicados en el espacio de operación de la maquinaria y los sitios donde se ubicará la infraestructura nueva. - Reubicación de la biota que habite en los árboles que se recomienda no talar en el PGA 	Cantidad de árboles sembrados. Monitoreo de la sobrevivencia y crecimiento de los árboles sembrados. Mantenimiento de los árboles seleccionados.	Desde el inicio de la construcción	SENARA y empresa Constructora	\$ 118000 para reforestar árboles \$ 2000 para desarrollar el plan de reforestación \$ 30000 para reubicar la biota	74
39	Eliminación de cobertura vegetal y ribereña	Flora y fauna terrestres	Aumento de sedimentos, disminución de aporte de materia vegetal y disminución de sombra por tala en orillas de Río Limoncito	<ul style="list-style-type: none"> - Sembrar árboles nativos a lo largo de caminos tal y como se especifica en el Plan de Gestión Ambiental. - No cortar árboles de especies en peligro. - Cortar únicamente los árboles ubicados en el espacio de operación de la maquinaria y los sitios donde se ubicará la infraestructura nueva. - Reubicación de la biota que habite en los árboles que se recomienda no talar en el PGA 	Cantidad de árboles sembrados. Monitoreo de la sobrevivencia y crecimiento de los árboles sembrados. Mantenimiento de los árboles seleccionados.	Desde el inicio de la construcción	SENARA y empresa Constructora	\$ 118000 para reforestar árboles \$ 2000 para desarrollar el plan de reforestación \$ 30000 para reubicar la biota	86
40	Eliminación de cobertura vegetal y ribereña	Flora y fauna terrestres	Aumento de sedimentos, disminución de aporte de materia vegetal y disminución de sombra por tala en orillas de la Quebrada Chocolate	<ul style="list-style-type: none"> - Sembrar árboles nativos a lo largo de caminos tal y como se especifica en el Plan de Gestión Ambiental. - No cortar árboles de especies en peligro. - Cortar únicamente los árboles ubicados en el espacio de operación de la maquinaria y los sitios donde se ubicará la infraestructura nueva. - Reubicación de la biota que habite en los árboles que se recomienda no talar en el PGA 	Cantidad de árboles sembrados. Monitoreo de la sobrevivencia y crecimiento de los árboles sembrados. Mantenimiento de los árboles seleccionados.	Desde el inicio de la construcción	SENARA y empresa Constructora	\$ 118000 para reforestar árboles \$ 2000 para desarrollar el plan de reforestación \$ 30000 para reubicar la biota	74
41	Eliminación de cobertura vegetal y ribereña	Flora y fauna terrestres	Aumento de sedimentos, disminución de aporte de materia vegetal y disminución de sombra por tala en orillas de la Quebrada Sin Nombre	<ul style="list-style-type: none"> - Sembrar árboles nativos a lo largo de caminos tal y como se especifica en el Plan de Gestión Ambiental. - No cortar árboles de especies en peligro. - Cortar únicamente los árboles ubicados en el espacio de operación de la maquinaria y los sitios donde se ubicará la infraestructura nueva. - Reubicación de la biota que habite en los árboles que se recomienda no talar en el PGA 	Cantidad de árboles sembrados. Monitoreo de la sobrevivencia y crecimiento de los árboles sembrados. Mantenimiento de los árboles seleccionados.	Desde el inicio de la construcción	SENARA y empresa Constructora	\$ 118000 para reforestar árboles \$ 2000 para desarrollar el plan de reforestación \$ 30000 para reubicar la biota	78
42	Eliminación de cobertura vegetal y ribereña	Flora y fauna terrestres	Desplazamiento de especies silvestres en Quebrada sin nombre (Chinita); Río Limoncito, Canal Japdeva, Traslase y Desvío.	<ul style="list-style-type: none"> - Sembrar árboles nativos a lo largo de caminos tal y como se especifica en el Plan de Gestión Ambiental. - No cortar árboles de especies en peligro. - Cortar únicamente los árboles ubicados en el espacio de operación de la maquinaria y los sitios donde se ubicará la infraestructura nueva. - Reubicación de la biota que habite en los árboles que se recomienda no talar en el PGA 	Cantidad de árboles sembrados. Monitoreo de la sobrevivencia y crecimiento de los árboles sembrados. Mantenimiento de los árboles seleccionados.	Desde el inicio de la construcción	SENARA y empresa Constructora	\$ 118000 para reforestar árboles \$ 2000 para desarrollar el plan de reforestación \$ 30000 para reubicar la biota	59
45	Excavación y dragado, movimiento de tierras	Flora y fauna acuáticas	Pérdida de microhábitats y sustratos de macroinvertebrados acuáticos por relleno de intersticios con sedimento en Quebrada Sin nombre (Chinita); Río Limoncito; Quebrada Chocolate y canal Japdeva	- Biomonitorio	Calidad del agua según índice BMWP-CR, riqueza taxonómica y abundancias	Durante fase de construcción, con un muestreo semestral	Empresa Constructora	\$6000 c/u	52



Cuadro 9.6. Matriz de medidas de mitigación (incluye indicadores, monitoreo y regencia) para impactos significativos (severos o críticos) en etapa de construcción (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo ₡	I
48	Excavación y dragado, movimiento de tierras	Flora y fauna acuáticas	Pérdida de microhábitats y sustratos de macroinvertebrados acuáticos por relleno de intersticios con sedimento en Quebrada Sin nombre (Chinita); Río Limoncito; Quebrada Chocolate; canal Japdeva; Traslase y Desvío.	- Biomonitoreo	Calidad del agua según índice BMWP-CR, riqueza taxonómica y abundancias	Durante fase de construcción, con un muestreo semestral	Empresa Constructora	\$6000 c/u	52
55	Disposición final de materiales y remanentes de excavación	Flora y fauna acuáticas	Alteración de ecosistemas acuáticos en áreas de Traslase	- Sembrar árboles nativos a lo largo de caminos tal y como se especifica en el Plan de Gestión Ambiental. - No cortar árboles de especies en peligro. - Cortar únicamente los árboles ubicados en el espacio de operación de la maquinaria y los sitios donde se ubicará la infraestructura nueva. - Reubicación de la biota que habite en los árboles que se recomienda no talar en el PGA	Cantidad de árboles sembrados. Monitoreo de la sobrevivencia y crecimiento de los árboles sembrados. Mantenimiento de los árboles seleccionados.	Desde el inicio de la construcción	SENARA y empresa Constructora	\$ 118000 para reforestar árboles \$ 2000 para desarrollar el plan de reforestación \$ 30000 para reubicar la biota	53
56	Obras civiles: caminos de acceso, estructuras hidráulicas, paredones de tablestaca	Flora y fauna acuáticas	Afectación de la flora y fauna acuáticas por la operación de maquinaria	- Sembrar árboles nativos a lo largo de caminos tal y como se especifica en el Plan de Gestión Ambiental. - No cortar árboles de especies en peligro. - Cortar únicamente los árboles ubicados en el espacio de operación de la maquinaria y los sitios donde se ubicará la infraestructura nueva. - Reubicación de la biota que habite en los árboles que se recomienda no talar en el PGA	Cantidad de árboles sembrados. Monitoreo de la sobrevivencia y crecimiento de los árboles sembrados. Mantenimiento de los árboles seleccionados.	Desde el inicio de la construcción	SENARA y empresa Constructora	\$ 118000 para reforestar árboles \$ 2000 para desarrollar el plan de reforestación \$ 30000 para reubicar la biota	56
57	Obras civiles: caminos de acceso, estructuras hidráulicas, paredones de tablestaca	Flora y fauna acuáticas	Pérdida y fragmentación de bosque presente en las zonas de afectación	- Sembrar árboles nativos a lo largo de caminos tal y como se especifica en el Plan de Gestión Ambiental. - No cortar árboles de especies en peligro. - Cortar únicamente los árboles ubicados en el espacio de operación de la maquinaria y los sitios donde se ubicará la infraestructura nueva. - Reubicación de la biota que habite en los árboles que se recomienda no talar en el PGA	Cantidad de árboles sembrados. Monitoreo de la sobrevivencia y crecimiento de los árboles sembrados. Mantenimiento de los árboles seleccionados.	Desde el inicio de la construcción	SENARA y empresa Constructora	\$ 118000 para reforestar árboles \$ 2000 para desarrollar el plan de reforestación \$ 30000 para reubicar la biota	64
58	Obras civiles: caminos de acceso, estructuras hidráulicas, paredones de tablestaca	Flora y fauna acuáticas	Aumento de la escorrentía superficial	- Sembrar árboles nativos a lo largo de caminos tal y como se especifica en el Plan de Gestión Ambiental. - No cortar árboles de especies en peligro. - Cortar únicamente los árboles ubicados en el espacio de operación de la maquinaria y los sitios donde se ubicará la infraestructura nueva. - Reubicación de la biota que habite en los árboles que se recomienda no talar en el PGA	Cantidad de árboles sembrados. Monitoreo de la sobrevivencia y crecimiento de los árboles sembrados. Mantenimiento de los árboles seleccionados.	Desde el inicio de la construcción	SENARA y empresa Constructora	\$ 118000 para reforestar árboles \$ 2000 para desarrollar el plan de reforestación \$ 30000 para reubicar la biota	57
59	Obras civiles: caminos de acceso, estructuras hidráulicas, paredones de tablestaca	Flora y fauna acuáticas	Alteración del régimen hídrico de los ríos	- Modificación del diseño del vertedor ubicado al inicio del canal Traslase de modo que solo elimine agua del río Limoncito en caso de eventos extremos			SENARA		73
60	Obras civiles: caminos de acceso, estructuras hidráulicas, paredones de tablestaca	Flora y fauna acuáticas	Aumento de sólidos en suspensión en agua superficial	- Trampas de sedimentos - Monitoreo físico-químico	Medición de Calidad físico-química del agua (turbidez : valor máximo 100 UNT)	Mientras haya obras que potencialmente liberen sedimento	SENARA y empresa constructora	\$ 3600 por las trampas de sedimentos *960 por las pruebas de turbidez	58



Cuadro 9.6. Matriz de medidas de mitigación (incluye indicadores, monitoreo y regencia) para impactos significativos (severos o críticos) en etapa de construcción (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo ₡	I
62	Obras civiles: caminos de acceso, estructuras hidráulicas, paredones de tablestaca	Flora y fauna acuáticas	Canalización del sustrato del cuerpo de agua, con pérdida de microhábitats en Quebrada Sin nombre (Chinita); Río Limoncito y Quebrada Chocolate.	- Biomonitoreo	Calidad del agua según índice BMWP-CR, riqueza taxonómica y abundancias	Durante fase de construcción, con un muestreo semestral	Empresa Constructora	\$6000 c/u	78
64	Excavación y dragado en el canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Modificación de ecosistemas terrestres	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		60
65	Excavación y dragado en el canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Afectación de la flora y fauna por la operación de maquinaria	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		66
66	Excavación y dragado en el canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Erosión de suelos expuestos	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		59
67	Excavación y dragado en el canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Alteración del paisaje	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		61
68	Excavación y dragado en el canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Modificación de cadenas tróficas	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		61
69	Disposición final de los material y remanentes de excavación en el Canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Erosión del material depositado	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		59
70	Disposición final de los material y remanentes de excavación en el Canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Afectación de la flora y fauna por la operación de maquinaria	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		60
71	Disposición final de los material y remanentes de excavación en el Canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Modificación de cadenas tróficas	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		61
72	Disposición final de los material y remanentes de excavación en el Canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Alteración de ecosistemas terrestres en áreas de Trasvase	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		67
73	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Afectación de la flora y fauna por la operación de maquinaria	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		82
74	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Impermeabilización de las capas superiores	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		71



Cuadro 9.6. Matriz de medidas de mitigación (incluye indicadores, monitoreo y regencia) para impactos significativos (severos o críticos) en etapa de construcción (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo ¢	I
75	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna terrestres	Pérdida y fragmentación de bosque presente en las zonas de afectación	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		64
76	Cambio en las áreas de inundación debido al cambio en la capacidad del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Cambios en el régimen hídrico actual	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		85
78	Excavación y dragado en el canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Pérdida de microhábitats y sustratos de macroinvertebrados acuáticos por relleno de intersticios con sedimento	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		52
80	Disposición final de los material y remanentes de excavación en el Canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Erosión del material depositado	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		53
81	Disposición final de los material y remanentes de excavación en el Canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Afectación de la flora y fauna acuáticas por la operación de maquinaria	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		51
82	Disposición final de los material y remanentes de excavación en el Canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Modificación de cadenas tróficas acuáticas	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		55
84	Disposición final de los material y remanentes de excavación en el Canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Modificación del sistema de drenaje natural	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		85
85	Disposición final de los material y remanentes de excavación en el Canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Alteración de ecosistemas acuáticos en áreas de Tránsito	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		67
86	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Afectación de la flora y fauna acuáticas por la operación de maquinaria	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		76
87	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Impermeabilización de las capas externas de las paredes de canales	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		63
88	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Pérdida y fragmentación de bosque presente en las zonas de afectación	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		81



Cuadro 9.6. Matriz de medidas de mitigación (incluye indicadores, monitoreo y regencia) para impactos significativos (severos o críticos) en etapa de construcción (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo ¢	I
89	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Aumento de la escorrentía superficial	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		57
90	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Alteración del régimen hídrico de los ríos	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		73
91	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Aumento de sólidos en suspensión en agua superficial	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		58
93	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Canalización del sustrato del cuerpo de agua, con pérdida de microhábitats	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		78
94	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Cambios en la dinámica hidráulica del humedal	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		62
96	Eliminación de cobertura vegetal en los márgenes de los cauces	Flora y fauna acuáticas	Aumento de sedimentos, disminución de aporte de materia vegetal y disminución de sombra por tala	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		78
97	Cambio en las áreas de inundación debido al cambio en la capacidad del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Cambios en el régimen hídrico actual	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		73
98	Construcción - excavación canal Santa Rosa	Humedal	Ingreso y circulación de maquinaria al Refugio.	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		61
99	Construcción - caminos de tierra a ambos lados y a lo largo de canal Santa Rosa	Humedal	Ingreso y circulación de maquinaria al Refugio	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		62
100	Construcción - descuaje y tala de árboles y vegetación a lo largo de canal Santa Rosa	Humedal	Circulación de maquinaria al Refugio	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		61
101	Construcción - disposición y colocación de material excavado y árboles talados a ambos lados del canal Santa Rosa.	Humedal	Interrupción de la escorrentía y el desborde de agua hacia el humedal en el Refugio	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		51



Cuadro 9.6. Matriz de medidas de mitigación (incluye indicadores, monitoreo y regencia) para impactos significativos (severos o críticos) en etapa de construcción (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo ¢	I
106	Construcción de canal de Tránsito (Río Limoncito - Canal Santa Rosa) - descuaje y tala de árboles y vegetación	Humedal	Ingreso y circulación de maquinaria al Refugio y zonas alrededor	- Uso de maquinaria adecuada para la excavación, y en muy buen estado. - Correcta disposición final del material excavado; deben dejarse espacios libres cada 100 metros con un ancho entre 5 y 10 metros, ya que por su condición al inundarse el área en un evento extremo, podrían derrumbarse.	Tipo y estado físico de la maquinaria. Forma y técnica de apilamiento del material.	Durante de la actividad.	Empresa constructora y SENARA.	a) \$ 1000 por mes de la persona encargada de la vigilancia de la disposición correcta de los suelos	61
107	Construcción de canal de Tránsito (Río Limoncito - Canal Santa Rosa) - excavación y taludes	Humedal	Ingreso y circulación de maquinaria al Refugio y zonas alrededor	- Uso de maquinaria adecuada para la excavación, y en muy buen estado. - Correcta disposición final del material excavado; deben dejarse espacios libres cada 100 metros con un ancho entre 5 y 10 metros, ya que por su condición al inundarse el área en un evento extremo, podrían derrumbarse.	Tipo y estado físico de la maquinaria. Forma y técnica de apilamiento del material.	Durante de la actividad.	Empresa constructora y SENARA.	a) \$ 1000 por mes de la persona encargada de la vigilancia de la disposición correcta de los suelos	61
108	Construcción de canal de Tránsito (Río Limoncito - Canal Santa Rosa) - caminos de tierra a ambos lados	Humedal	Ingreso y circulación de maquinaria al Refugio y zonas alrededor	- Uso de maquinaria adecuada para la excavación, y en muy buen estado. - Correcta disposición final del material excavado; deben dejarse espacios libres cada 100 metros con un ancho entre 5 y 10 metros, ya que por su condición al inundarse el área en un evento extremo, podrían derrumbarse.	Tipo y estado físico de la maquinaria. Forma y técnica de apilamiento del material.	Durante de la actividad.	Empresa constructora y SENARA.	a) \$ 1000 por mes de la persona encargada de la vigilancia de la disposición correcta de los suelos	62
109	Construcción de canal de Tránsito (Río Limoncito - Canal Santa Rosa) - disposición y colocación de material excavado y árboles talados a ambos lados del Tránsito	Humedal	Interrupción de la escorrentía y el desborde de agua hacia el humedal en el Refugio y alrededores	- Uso de maquinaria adecuada para la excavación, y en muy buen estado. - Correcta disposición final del material excavado; deben dejarse espacios libres cada 100 metros con un ancho entre 5 y 10 metros, ya que por su condición al inundarse el área en un evento extremo, podrían derrumbarse.	Tipo y estado físico de la maquinaria. Forma y técnica de apilamiento del material.	Durante de la actividad.	Empresa constructora y SENARA.	a) \$ 1000 por mes de la persona encargada de la vigilancia de la disposición correcta de los suelos	51
111	Construcción - excavación canal Santa Rosa	Canal Santa Rosa - Refugio	Mayor capacidad de transporte de agua.	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		61
112	Construcción de canal de Desvío (Canal JAPDEVA - alcantarilla) - descuaje y tala de árboles y vegetación	Humedal y zonas alrededor	Alteración de la condiciones existentes en la zona del Refugio y alrededores producto del ingreso y circulación de maquinaria	- Uso de maquinaria adecuada para la excavación, y en muy buen estado. - Correcta disposición final del material excavado; deben dejarse espacios libres cada 100 metros con un ancho entre 5 y 10 metros, ya que por su condición al inundarse el área en un evento extremo, podrían derrumbarse.	Tipo y estado físico de la maquinaria. Forma y técnica de apilamiento del material.	Durante de la actividad.	Empresa constructora y SENARA.	a) \$ 1000 por mes de la persona encargada de la vigilancia de la disposición correcta de los suelos	53
113	Construcción de canal de Desvío (Canal JAPDEVA - alcantarilla) - excavación y taludes	Humedal y zonas alrededor	Alteración de la condiciones existentes en la zona del Refugio y alrededores producto del ingreso y circulación de maquinaria	- Uso de maquinaria adecuada para la excavación, y en muy buen estado. - Correcta disposición final del material excavado; deben dejarse espacios libres cada 100 metros con un ancho entre 5 y 10 metros, ya que por su condición al inundarse el área en un evento extremo, podrían derrumbarse.	Tipo y estado físico de la maquinaria. Forma y técnica de apilamiento del material.	Durante de la actividad.	Empresa constructora y SENARA.	a) \$ 1000 por mes de la persona encargada de la vigilancia de la disposición correcta de los suelos	53
114	Construcción de canal de Desvío (Canal JAPDEVA - alcantarilla) - caminos de tierra a ambos lados	Humedal y zonas alrededor	Alteración de la condiciones existentes en la zona del Refugio y alrededores producto del ingreso y circulación de maquinaria	- Uso de maquinaria adecuada para la excavación, y en muy buen estado. - Correcta disposición final del material excavado; deben dejarse espacios libres cada 100 metros con un ancho entre 5 y 10 metros, ya que por su condición al inundarse el área en un evento extremo, podrían derrumbarse.	Tipo y estado físico de la maquinaria. Forma y técnica de apilamiento del material.	Durante de la actividad.	Empresa constructora y SENARA.	a) \$ 1000 por mes de la persona encargada de la vigilancia de la disposición correcta de los suelos	54
116	Construcción - excavación canal Santa Rosa	Canal Santa Rosa - Refugio	Mayor capacidad de transporte de agua.	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		61



Durante la etapa de operación del proyecto existen impactos con un impacto severo o crítico, es por esto que en el cuadro 9.7 se muestra la matriz con las medidas a tomar para disminuir el efecto de estos sobre los distintos medios.

Cuadro 9.7 Matriz de medidas de mitigación (incluye indicadores, monitoreo y regencia) para impactos significativos (severos o críticos) en etapa de operación

Número	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Mitigación de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo ¢	I
152	Operación del proyecto	Humedal	Disminución de las áreas de inundación en el área del Refugio	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido. Esto contribuye a que las zonas de inundación solo cambien durante los eventos extremos y no durante funcionamiento normal			SENARA		65
160	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna terrestres	Afectación de la flora y fauna por acumulación periódica de sedimentos	- Dar mantenimiento y protección a los árboles reforestados - Sembrar vegetación en los taludes de los cauces para disminuir la erosión	Cantidad, tipo y localización de los árboles reforestados. Cantidad de cobertura vegetal que sobrevive en los taludes	Control mensual durante 1 año para la siembra y monitoreos cada 6 meses por 4 años.	Empresa Constructora, Comisión de Seguimiento.	\$ 150 por día del profesional contratado para control de reforestación. \$ 30000 para la compra y siembra de la vegetación en los taludes	55
162	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna terrestres	Afectación de especies riparias por alteraciones producidas por el ingreso de maquinaria a realizar mantenimiento	- Dar mantenimiento y protección a los árboles reforestados. - Utilizar únicamente los caminos que se dejarán en las márgenes de los cauces para ingresar y trabajar y no cortar árboles existentes en la zona	Cantidad, tipo y localización de los árboles reforestados.	Control mensual durante 1 año para la siembra y monitoreos cada 6 meses por 4 años.	Regente Ambiental, Comisión de Seguimiento.	\$ 150 por día del profesional contratado para control de reforestación.	62
173	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Desarrollo hábitats acuáticos aptos para vectores de enfermedades (dengue, malaria)	Dar mantenimiento a los cauces para garantizar que exista un flujo continuo de agua sin que se creen pozos estancados	Frecuencia de mantenimiento de los canales Verificación de flujo continuo de agua	a) Durante el diseño y la construcción se debe garantizar el flujo constante. B) Realizar limpieza de cauces cada tres años	Comisión de seguimiento.	a) \$ 150 por día del profesional contratado. B) \$2500 cada limpieza.	64
174	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Afectación de la flora y fauna por acumulación periódica de sedimentos	- Dar mantenimiento y protección los árboles reforestados - Sembrar vegetación en los taludes de los cauces para disminuir la erosión	Cantidad, tipo y localización de los árboles reforestados. Cantidad de cobertura vegetal que sobrevive en los taludes	Control mensual durante 1 año para la siembra y monitoreos cada 6 meses por 4 años.	Regente Ambiental, Comisión de Seguimiento.	\$ 150 por día del profesional contratado para control de reforestación. \$ 30000 para la compra y siembra de la vegetación en los taludes	54
180	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Disminución drástica de caudal mínimo (época seca)	Cambiar el diseño del vertedor ubicado al inicio del canal Trasvase, para que siempre permita el paso del agua sobre el río Limoncito y solo vierta hacia el canal Trasvase en caso de eventos extremos			SENARA		82
182	Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Aumento de accesibilidad para pescar en el Refugio por los caminos aledaños a los canales	- Reforestación de la zonas que no se vallan a utilizar para el ingreso de maquinaria a realizar mantenimiento del Canal. - Colocar Barreras (portones) y vigilancia periódica para limitar el paso hacia el Canal por las vías para realizar el mantenimiento y limpieza, así evitar el ingreso para deforestar y cazar en el área.	A) Cantidad, tipo y localización de los árboles reforestados. B) Tipo de barreras utilizadas. Periodicidad de vigilancia	A) Control mensual durante 1 año para la siembra y monitoreos cada 6 meses por 4 años. B) Garantizar las barreras durante la operación del proyecto	Regente Ambiental, SENARA y Comisión de Seguimiento.	A) \$ 150 por día del profesional contratado para control de reforestación. B) \$ 300 de cada portón C) el costo de la vigilancia debe ser asumido por una institución de la Comisión de Seguimiento	84
194	Eliminación de árboles y cubierta vegetal en la márgenes	Paisaje	Alteración del paisaje natural	Implementación de mecanismos de educación ambiental para involucrar a la población con el Área Protegida Limoncito, para un disfrute más integral de la población con este sector.	Cantidad de talleres o reuniones realizadas. Cantidad de participantes	Durante los primeros 3 años de funcionamiento del proyecto se deben realizar al menos 5 talleres	Comisión de Seguimiento del proyecto	\$ 10000 para la realización de 5 talleres	65



Existen otros impactos ambientales que no son tan significativos como los que están dentro de la categoría de severos o críticos, pero que igualmente se deben tomar medidas para disminuir su impacto. En el cuadro 9.8 se muestran las medidas que se deben para mitigar el efecto de este impacto.

Cuadro 9.8. Matriz de medidas de mitigación (incluye indicadores, monitoreo y regencia) para impactos secundarios en etapa de construcción (

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo	I
1	Movimiento de tierras, excavación del fondo y paredes y construcción de taludes en el borde del cauce del río y canales	Suelo	Contaminación del agua y suelo por derrames de combustible	Monitoreo y mantenimiento periódico de la maquinaria y equipo a emplear en la construcción	Fugas visibles en la maquinaria, manchas de aceite	Inspección visual y mantenimiento semanal	Regente ambiental y empresa constructora	\$ 1500 al mes para reparación y compra de repuestos	44
2	Movimiento de tierras, excavación del fondo y paredes y construcción de taludes en el borde del cauce del río y canales	Suelo	Aumento de la erosión en las paredes del cauce y erosión del suelo colocado en las márgenes	- Sembrar vegetación en los taludes de los cauces para disminuir la erosión y sobre el suelo colocado en las márgenes. - Colocar plásticos sobre los montículos de tierra cuando no se haya sembrado vegetación	Cantidad, tipo y localización de los árboles reforestados. Cantidad de cobertura vegetal que sobrevive en los taludes	Control mensual durante 1 año para la siembra y monitoreos cada 6 meses por 4 años.	Empresa Constructora, Comisión de Seguimiento.	\$ 30000 para la compra y siembra de la vegetación en los taludes \$ 2000 para comprar plástico	44
3	Eliminación de la cubierta vegetal, excavación y conformación de taludes	Suelo	Aumento en los volúmenes de suelo desprendido (deslizamientos)	Cambiar el diseño de la pendiente de los taludes de modo que sean estables o colocar algún sistemas de estabilización que evite el deslizamiento			SENARA		43
4	Funcionamiento de maquinaria y vehículos de trabajo	Aire	Contaminación del aire (Emisiones de gases generados por la maquinaria y vehículos de trabajo)	Monitoreo y mantenimiento periódico de la maquinaria y equipo a emplear en la construcción y verificar que los equipos tengan RTV	Fugas visibles en la maquinaria, manchas de aceite, cantidad de humo emitido	Inspección visual y mantenimiento semanal	Regente ambiental y empresa constructora	\$ 1500 al mes para reparación y compra de repuestos	30
5	Transporte de material	Aire	Contaminación del aire (Dispersión de sedimentos por el transporte de material)	-Todos los camiones cargados con material deberán circular con su compartimiento de carga completamente cubierto con una capa impermeable. - En época seca los vehículos que transportan materiales deberán conducir a bajas velocidades por las rutas establecidas, de manera que en las calles de lastre, se reduzca el levantamiento de polvo. -Cumplir con las rutas de transporte del material establecidas en el Plan de Gestión Ambiental.	-Revisión de la medida por parte de un inspector.	Revisión de la medida por parte de un inspector.	- Inspector del área de transporte o salud ocupacional.	-	42
8	Movimiento de maquinaria de dragado	Ruido	Contaminación sonora (Ruido provocado por la maquinaria de trabajo dentro de los cauces de extracción y movimiento de material dragado)	- Delimitar y señalar adecuadamente el área de trabajo. -Los equipos y unidades vehiculares deben tener mantenimiento oportuno y adecuado para minimizar ruidos de motores, chasis y acoplados. -Evitar concentrar las actividades de trabajo que requieren el uso de equipos más ruidosos en un mismo lugar, esto para reducir la magnitud de los ruidos molestos a los vecinos. -Exigencia a los trabajadores del uso de protección auditiva (orejeras o tampones) cuando estén trabajando cerca de una fuente emisora de ruido significativo. - Uso de maquinarias con silenciadores para apaciguar el ruido. -Realizar monitoreo de los niveles de presión sonora durante la etapa de extracción de material, con el fin de verificar que los niveles de presión sonora son inferiores a los establecidos en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido, Decreto N°28718-S del Ministerio de Salud. - En los casos en que existan viviendas a menos de 10m del área ruidosa, deberán colocarse barreras antirruído.	Intensidad del nivel del ruido	Por cada actividad de trabajo, deberá monitorearse de manera constante el nivel de ruido con sonómetro.	Regente ambiental y la empresa constructora	- Sonómetro (\$280) - Calibrador del sonómetro (\$200) - Barrera antirruído (\$250/m ²).	36



Cuadro 9.8. Matriz de medidas de mitigación (incluye indicadores, monitoreo y regencia) para impactos secundarios en etapa de construcción (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo	I
9	Uso de motosierras, taladoras y otro equipo para tala de árboles	Ruido	Contaminación sonora (Ruido provocado por la maquinaria de tala de árboles y vegetación)	<ul style="list-style-type: none"> - Delimitar y señalar adecuadamente el área de trabajo. - Evitar concentrar las actividades de trabajo que requieren el uso de equipos más ruidosos en un mismo lugar, esto para reducir la magnitud de los ruidos molestos a los vecinos. - Exigencia a los trabajadores del uso de protección auditiva (orejeras o tampones) cuando estén trabajando cerca de una fuente emisora de ruido significativo. - Realizar monitoreo de los niveles de presión sonora durante la etapa de extracción de material, con el fin de verificar que los niveles de presión sonora son inferiores a los establecidos en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido, Decreto N°28718-S del Ministerio de Salud. - En los casos en que existan viviendas a menos de 10m del área ruidosa, deberán colocarse barreras antirruído. 	Intensidad del nivel del ruido	Por cada actividad de trabajo, deberá monitorearse de manera constante el nivel de ruido con sonómetro.	Regente ambiental y la empresa constructora	<ul style="list-style-type: none"> - Sonómetro (\$280) - Calibrador del sonómetro (\$200) - Barrera antirruído (\$250/m²). 	40
10	Uso de maquinaria para la hincada de tablestacas	Ruido	Contaminación sonora (Ruido provocado por la hincada de tablestacas)	<ul style="list-style-type: none"> - Delimitar y señalar adecuadamente el área de trabajo. - Los equipos y unidades deben tener mantenimiento oportuno y adecuado para minimizar ruidos de motores, chasis y acoplados. - Evitar concentrar las actividades de trabajo que requieren el uso de equipos más ruidosos en un mismo lugar, esto para reducir la magnitud de los ruidos molestos a los vecinos. - Exigencia a los trabajadores del uso de protección auditiva (orejeras o tampones) cuando estén trabajando cerca de una fuente emisora de ruido significativo. - Realizar monitoreo de los niveles de presión sonora durante la etapa de hincado de tablestacas, con el fin de verificar que los niveles de presión sonora son inferiores a los establecidos en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido, Decreto N°28718-S del Ministerio de Salud. - En los casos en que existan viviendas a menos de 10m del área ruidosa, deberán colocarse barreras antirruído. 	Intensidad del nivel del ruido	Por cada actividad de trabajo, deberá monitorearse de manera constante el nivel de ruido con sonómetro.	Inspector o Regente Ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> - Sonómetro (\$280) - Calibrador del sonómetro (\$200) - Barrera antirruído (\$250/m²). 	40
11	Uso de maquinaria para la colocación de bloques articulados ()	Ruido	Contaminación sonora (Ruido provocado por la colocación de bloques articulados:)	<ul style="list-style-type: none"> - Delimitar y señalar adecuadamente el área de trabajo. - Los equipos y unidades deben tener mantenimiento oportuno y adecuado para minimizar ruidos de motores, chasis y acoplados. - Evitar concentrar las actividades de trabajo que requieren el uso de equipos más ruidosos en un mismo lugar, esto para reducir la magnitud de los ruidos molestos a los vecinos. - En los casos en que existan viviendas a menos de 10m del área ruidosa, deberán colocarse barreras antirruído. 	Intensidad del nivel del ruido	Por cada actividad de trabajo, deberá monitorearse de manera constante el nivel de ruido con sonómetro.	Inspector o Regente Ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> - Sonómetro (\$280) - Calibrador del sonómetro (\$200) - Barrera antirruído (\$250/m²). 	28



Cuadro 9.8. Matriz de medidas de mitigación (incluye indicadores, monitoreo y regencia) para impactos secundarios en etapa de construcción (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo	I
12	Movimiento de maquinaria, rompimiento o desmantelamiento de los puentes	Ruido	Contaminación sonora (Ruido provocado por la demolición de puentes existentes)	<ul style="list-style-type: none"> -Delimitar y señalar adecuadamente el área de trabajo. -Los equipos y unidades deben tener mantenimiento oportuno y adecuado para minimizar ruidos de motores, chasis y acoplados. -Estricto control de horario de trabajo, de manera que los trabajos no excedan en más de 8 horas al día. -Evitar concentrar las actividades de trabajo que requieren el uso de equipos más ruidosos en un mismo lugar, esto para reducir la magnitud de los ruidos molestos a los vecinos. -Exigencia a los trabajadores del uso de protección auditiva (orejeras o tampones) cuando estén trabajando cerca de una fuente emisora de ruido significativo. -Realizar monitoreo de los niveles de presión sonora durante la etapa de demolición de puentes, con el fin de verificar que los niveles de presión sonora son inferiores a los establecidos en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido, Decreto N°28718-S del Ministerio de Salud. - En los casos en que existan viviendas a menos de 10m del área ruidosa, deberán colocarse barreras antirruído. 	Intensidad del nivel del ruido	Por cada actividad de trabajo, deberá monitorearse de manera constante el nivel de ruido con sonómetro.	- Inspector o Regente Ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> - Sonómetro (\$280) - Calibrador del sonómetro (\$200) - Barrera antirruído (\$250/m²). 	40
13	Movimiento de maquinaria, rompimiento o desmantelamiento de la infraestructura	Ruido	Contaminación sonora (Ruido provocado por la demolición de infraestructura-viviendas)	<ul style="list-style-type: none"> - Delimitar y señalar adecuadamente el área de trabajo. -Los equipos y unidades deben tener mantenimiento oportuno y adecuado para minimizar ruidos de motores, chasis y acoplados. - Evitar concentrar las actividades de trabajo que requieren el uso de equipos más ruidosos en un mismo lugar, esto para reducir la magnitud de los ruidos molestos a los vecinos. - Exigencia a los trabajadores del uso de protección auditiva (orejeras o tampones) cuando estén trabajando cerca de una fuente emisora de ruido significativo. -Realizar monitoreo de los niveles de presión sonora durante la etapa de demolición de viviendas o infraestructura, con el fin de verificar que los niveles de presión sonora son inferiores a los establecidos en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido, Decreto N°28718-S del Ministerio de Salud. - En los casos en que existan viviendas a menos de 10m del área ruidosa, deberán colocarse barreras antirruído. 	Intensidad del nivel del ruido	Por cada actividad de trabajo, deberá monitorearse de manera constante el nivel de ruido con sonómetro.	Inspector o Regente Ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> - Sonómetro (\$280) - Calibrador del sonómetro (\$200) - Barrera antirruído (\$250/m²). 	40
14	Tránsito de camiones que movilizan material	Ruido	Contaminación sonora (Ruido provocado por el paso de vehículos pesados que movilizan material)	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar las rutas de movilización establecidas en este estudio - En época seca los vehículos que transportan materiales deberán conducir a bajas velocidades por las rutas establecidas, de manera que en las calles de lastre, se reduzca el levantamiento de polvo. 	Revisión de la medida por parte de un inspector.	Revisión de la medida por parte de un inspector.	Inspector o Regente Ambiental.	--	46
15	Movimiento de tierras, excavación del fondo y paredes, y construcción de taludes en el borde del cauce del río y canales	Agua superficial	Aumento de la erosión en las paredes del cauce y canales	<ul style="list-style-type: none"> - Sembrar vegetación en los taludes de los cauces para disminuir la erosión y sobre el suelo colocado en las márgenes. - Colocar plásticos sobre los montículos de tierra cuando no se haya sembrado vegetación 	Cantidad, tipo y localización de los árboles reforestados. Cantidad de cobertura vegetal que sobrevive en los taludes	Control mensual durante 1 año para la siembra y monitoreos cada 6 meses por 4 años.	Empresa Constructora, Comisión de Seguimiento.	\$ 30000 para la compra y siembra de la vegetación en los taludes \$ 2000 para comprar plástico	43
16	Proceso total de construcción	Agua superficial	Obstrucción de las vías paralelas al Río Limoncito impidiendo el paso regular del camión recolector, por lo que la población podría preferir tirar la basura al río	Hacer un plan para el manejo de residuos de las viviendas durante la etapa constructiva	No presencia de basura en los ríos	Inspección visual	Regente ambiental y Empresa constructora		27



Cuadro 9.8. Matriz de medidas de mitigación (incluye indicadores, monitoreo y regencia) para impactos secundarios en etapa de construcción (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo	I
17	Ampliación de los cauces	Agua superficial	Contaminación en el río debido a la excavación de fondo del canal Santa Rosa, Canal Japdeva y quebrada Sin Nombre	- Trampas de sedimentos. - Monitoreo físico-químico	Medición de Calidad físico-química del agua (turbidez : valor máximo 100 UNT)	Mientras haya obras que potencialmente liberen sedimento	SENARA y empresa constructora	\$ 3600 por las trampas de sedimentos *960 por las pruebas de turbidez	40
19	Excavación	Agua superficial	Contaminación en la quebrada Chocolate debido a la excavación de fondo y taludes del cauce	- Trampas de sedimentos. - Monitoreo físico-químico	Medición de Calidad físico-química del agua (turbidez : valor máximo 100 UNT)	Mientras haya obras que potencialmente liberen sedimento	SENARA y empresa constructora	\$ 3600 por las trampas de sedimentos *960 por las pruebas de turbidez	44
20	Disposición final de material en sitio de disposición	Agua superficial	Contaminación del agua superficial producto de la erosión de los suelos depositados en el sitio	Realizar el diseño del sitio en función del tipo de tratamiento que se dé a los lodos			SENARA		35
23	Movimiento de tierras, excavación del fondo y paredes y construcción de taludes en el borde del cauce del río y canales	Agua subterránea	Contaminación del agua y suelo por derrames de combustible	Monitoreo y mantenimiento periódico de la maquinaria y equipo a emplear en la construcción	Fugas visibles en la maquinaria, manchas de aceite	Inspección visual y mantenimiento semanal	Regente ambiental y empresa constructora	\$ 1500 al mes para reparación y compra de repuestos	43
26	Disposición final de suelos en sitio de disposición	Agua subterránea	Contaminación de las aguas subterráneas debido a la contaminación existente el agua presente en los lodos	Hacer lechos de secado para utilizar los lodos como abono o realizar un estudio de tránsito de contaminantes para determinar si no hay afectación por la disposición de los lodos sin secarlos debido a la calidad del agua	Resultados del estudio del tránsito de contaminantes o control de la calidad del abono orgánico	Pruebas de calidad de lodos una vez al mes durante el tiempo de extracción	SENARA	\$ 200 por cada análisis de calidad del abono	34
29	Excavación y dragado	Flora y fauna terrestres	Erosión de suelos expuestos en Quebrada sin nombre (Chinita); Río Limoncito, Quebrada Chocolate, Canal Japdeva y Tránsito y Desvío.	- Sembrar vegetación en los taludes de los cauces para disminuir la erosión y sobre el suelo colocado en las márgenes. - Colocar plásticos sobre los montículos de tierra cuando no se haya sembrado vegetación	Cantidad, tipo y localización de los árboles reforestados. Cantidad de cobertura vegetal que sobrevive en los taludes	Control mensual durante 1 año para la siembra y monitoreos cada 6 meses por 4 años.	Empresa Constructora, Comisión de Seguimiento.	\$ 30000 para la compra y siembra de la vegetación en los taludes \$ 2000 para comprar plástico	35
32	Disposición final del material y remanentes de excavación	Flora y fauna terrestres	Erosión del material depositado en Quebrada sin nombre (Chinita); Río Limoncito, Quebrada Chocolate, Canal Japdeva; Tránsito y Desvío.	Sembrar vegetación en los taludes de los cauces para disminuir la erosión y sobre el suelo colocado en las márgenes. Colocar plásticos sobre los montículos de tierra cuando no se haya sembrado vegetación	Cantidad, tipo y localización de los árboles reforestados. Cantidad de cobertura vegetal que sobrevive en los taludes	Control mensual durante 1 año para la siembra y monitoreos cada 6 meses por 4 años.	Empresa Constructora, Comisión de Seguimiento.	\$ 30000 para la compra y siembra de la vegetación en los taludes \$ 2000 para comprar plástico	25
33	Disposición final del material y remanentes de excavación	Flora y fauna terrestres	Afectación de la flora y fauna por la operación de maquinaria	Reubicar la biota presente en el sitio en los árboles que el PGA recomienda no cortar	Cantidad de árboles cortados	Cantidad de biota reubicada	Empresa constructora	\$ 30000 para reubicar biota	28
43	Cambio de las áreas de inundación	Flora y fauna acuáticas	Cambios en el régimen hídrico actual	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido. Esto contribuye a que las zonas de inundación solo cambien durante los eventos extremos y no durante funcionamiento normal			SENARA		43



Cuadro 9.8. Matriz de medidas de mitigación (incluye indicadores, monitoreo y regencia) para impactos secundarios en etapa de construcción (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo	I
44	Excavación y dragado, movimiento de tierras	Flora y fauna acuáticas	Alteración de migraciones y en el desplazamiento de organismos por aumento de sedimentos en el agua en el Quebrada Sin nombre (Chinita); Río Limoncito; Quebrada Chocolate; canal Japdeva y Trasvases	- Trampas de sedimentos. - Monitoreo físico-químico	Medición de Calidad físico-química del agua (turbidez : valor máximo 100 UNT)	Mientras haya obras que potencialmente liberen sedimento	SENARA y empresa constructora	\$ 3600 por las trampas de sedimentos *960 por las pruebas de turbidez	40
49	Excavación y dragado, movimiento de tierras	Flora y fauna acuáticas	Disminución de calidad del agua por aumento en turbidez en Quebrada Sin nombre (Chinita); Río Limoncito; Quebrada Chocolate; canal Japdeva; Trasvase y Desvío.	- Trampas de sedimentos. - Monitoreo físico-químico	Medición de Calidad físico-química del agua (turbidez : valor máximo 100 UNT)	Mientras haya obras que potencialmente liberen sedimento	SENARA y empresa constructora	\$ 3600 por las trampas de sedimentos *960 por las pruebas de turbidez	40
61	Obras civiles: caminos de acceso, estructuras hidráulicas, paredones de tablestaca	Flora y fauna acuáticas	Aporte de hidrocarburos por fugas en la maquinaria o mantenimiento de la misma	Monitoreo y mantenimiento periódico de la maquinaria y equipo a emplear en la construcción	Fugas visibles en la maquinaria, manchas de aceite	Inspección visual	Regente ambiental	Variable de acuerdo con los problemas que pueda presentar la maquinaria	30
63	Obras civiles: caminos de acceso, estructuras hidráulicas, paredones de tablestaca y Bloques articulados	Flora y fauna acuáticas	Disminución de abundancia y riqueza de especies a consecuencia de las obras en Quebrada Sin nombre (Chinita); Río Limoncito; Quebrada Chocolate y canal Japdeva.	Biomonitoreo	Calidad del agua según índice BMWP-CR, riqueza taxonómica y abundancias	Durante fase de construcción, con un muestreo semestral	Empresa Constructora	\$6000 c/u	28
77	Excavación y dragado en el canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Alteración de migraciones y en el desplazamiento de organismos por aumento de sedimentos en el agua	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		40
79	Excavación y dragado en el canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Disminución de calidad del agua por aumento en turbidez	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		40
83	Disposición final de los material y remanentes de excavación en el Canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Aumento de sólidos en suspensión en agua superficial	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		31
92	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Aporte de hidrocarburos por fugas en la maquinaria o mantenimiento de la misma	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		30
95	Obras civiles: caminos de acceso en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuáticas	Disminución de abundancia y riqueza de especies a consecuencia de las obras	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido			SENARA		28



Cuadro 9.8. Matriz de medidas de mitigación (incluye indicadores, monitoreo y regencia) para impactos secundarios en etapa de construcción (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo	I
103	Construcción - caminos de tierra a ambos lados y a lo largo de canal JAPDEVA	Zonas de vegetación importante alrededor del Humedal	Ingreso y circulación de maquinaria a los alrededores del canal JAPDEVA. Aumento de accesibilidad al Refugio.	Colocar barreras (portones) y vigilancia periódica para limitar el paso hacia el Canal por las vías para realizar el mantenimiento y limpieza, así evitar el ingreso para deforestar y cazar en el área.	Tipo de barrera utilizada	Permanencia de barreras durante la operación del proyecto	Regente Ambiental, SENARA y Comisión de Seguimiento.	a) \$ 300 de cada portón c) el costo de la vigilancia debe ser asumido por una institución de la Comisión de Seguimiento	41
104	Construcción - descuaje y tala de árboles y vegetación a lo largo de canal JAPDEVA	Zonas de vegetación importante alrededor del Humedal	Ingreso y circulación de maquinaria a los alrededores del canal JAPDEVA. Aumento de accesibilidad al Refugio.	Barreras (portones) y vigilancia periódica para limitar el paso hacia el Canal por las vías para realizar el mantenimiento y limpieza, así evitar el ingreso para deforestar y cazar en el área.	Tipo de barrera utilizada	Permanencia de barreras durante la operación del proyecto	Regente Ambiental, SENARA y Comisión de Seguimiento.	a) \$ 300 de cada portón c) el costo de la vigilancia debe ser asumido por una institución de la Comisión de Seguimiento	40
105	Construcción - disposición y colocación de material excavado y árboles talados a ambos lados del canal JAPDEVA	Zonas de vegetación importante alrededor del Humedal	Interrupción de la escorrentía y el desborde de agua hacia los alrededores del canal JAPDEVA	Barreras (portones) y vigilancia periódica para limitar el paso hacia el Canal por las vías para realizar el mantenimiento y limpieza, así evitar el ingreso para deforestar y cazar en el área.	Tipo de barrera utilizada	Permanencia de barreras durante la operación del proyecto	Regente Ambiental, SENARA y Comisión de Seguimiento.	a) \$ 300 de cada portón c) el costo de la vigilancia debe ser asumido por una institución de la Comisión de Seguimiento	41
117	Excavación de vía y construcción de las alcantarillas	Vialidad	Interrupción parcial del flujo vehicular.	Se debe planificar el proceso constructivo de modo siempre haya paso en un carril o exista una ruta alterna cercana, además colocar señalización durante el proceso constructivo para guiar a los conductores y peatones	Tiempo de espera de vehículos y colocación de señalización	Fluidez en el tránsito vehicular durante en proceso constructivo y fluidez de la circulación peatonal	Empresa constructora	\$ 10000 para compra de señalización	21
118	Construcción de alcantarillas - reconstrucción de superficie de rodamiento y señalización	Vialidad	Interrupción parcial del flujo vehicular.						20
119	Construcción de puentes - demolición de puentes actuales	Vialidad	Interrupción del flujo vehicular						29
120	Construcción de puentes	Vialidad	Interrupción del flujo vehicular						29
121	Excavación de fondo y taludes	Vialidad	Interrupción parcial del flujo vehicular						29
122	Acarreo de material de excavación y estructuras demolidas a punto de disposición	Vialidad	Aumento del flujo vehicular						29
123	Descuaje, tala y transporte de árboles	Vialidad	Interrupción parcial de flujo vehicular y aumento del flujo vehicular						25
124	Suministro y colocación de tablestacado	Vialidad	Interrupción parcial de flujo vehicular y aumento del flujo vehicular						25
125	Suministro y colocación de bloques articulados de concreto	Vialidad	Interrupción parcial de flujo vehicular y aumento del flujo vehicular						25
126	Construcción de aceras en las carreteras colindantes	Vialidad	Interrupción parcial de flujo vehicular y aumento del flujo vehicular						22



Cuadro 9.8. Matriz de medidas de mitigación (incluye indicadores, monitoreo y regencia) para impactos secundarios en etapa de construcción (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo	I
127	Construcción nueva sección Quebrada Chocolate - excavación	Vialidad	Interrupción parcial de flujo vehicular y aumento del flujo vehicular	Se debe planificar el proceso constructivo de modo siempre haya paso en un carril o exista una ruta alterna cercana, además colocar señalización durante el proceso constructivo para guiar a los conductores y peatones	Tiempo de espera de vehículos y colocación de señalización	Fluidez en el tránsito vehicular durante en proceso constructivo y fluidez de la circulación peatonal	Empresa constructora	\$ 10000 para compra de señalización	28
128	Construcción nueva sección Quebrada Chocolate - relocalización de infraestructura.	Vialidad	Interrupción del flujo vehicular						20
129	Construcción nueva sección Quebrada Chocolate - relleno del cauce actual.	Vialidad	Interrupción parcial de flujo vehicular y aumento del flujo vehicular						25
130	Construcción nueva sección Quebrada Chocolate - construcción de superficie de rodamiento	Vialidad	Interrupción parcial de flujo vehicular y aumento del flujo vehicular						25
131	Construcción nueva sección Quebrada Chocolate - colocación de señalización vertical y horizontal.	Vialidad	Interrupción del flujo vehicular						22
132	Construcción de vertederos - demolición de vertedero actual ubicado al inicio del canal Japdeva	Vialidad	Interrupción parcial de flujo vehicular y aumento del flujo vehicular						22
133	Construcción de vertederos	Vialidad	Interrupción parcial de flujo vehicular y aumento del flujo vehicular						22
134	Congestión vial producto de la movilización de equipos	Vialidad	Efectos en la movilización vial por el incremento en el tránsito de vehículos pesados. (A)						26
139	Sistemas de alcantarillado, puentes, excavaciones de fondo y taludes, demolición de estructuras y obras; acarreo de materiales y estructuras; descuaje, tala y transporte de árboles, colocación de tablestacado y bloques de concreto, construcción de camino y aceras.	Población	Invasión del espacio público (calles, aceras, puentes, entre otros)	Se debe planificar el proceso constructivo de modo siempre haya paso en un carril o exista una ruta alterna cercana, además colocar señalización durante el proceso constructivo para guiar a los conductores y peatones	Tiempo de espera de vehículos y colocación de señalización	Fluidez en el tránsito vehicular durante en proceso constructivo y fluidez de la circulación peatonal	Empresa constructora	\$ 10000 para compra de señalización	21
141	Sistemas de alcantarillado, puentes, excavaciones de fondo y taludes, demolición de estructuras y obras; descuaje, tala y transporte de árboles, colocación de tablestacado y bloques de concreto, construcción de camino y aceras.	Población	Disposición de desechos sólidos de las viviendas en el espacio público	Coordinar con la Municipalidad el proceso de recolección de desechos sólidos en la zona donde se estén realizando trabajos, esto con el fin de evitar que los vecinos los arrojen al río.			Empresa constructora		32
143	Excavación y limpieza de los cauces intervenidos durante el proyecto	Paisaje	Desarrollo de Actividades recreativas	1. Habilitación de zonas recreativas aledañas con equipamiento urbano, para generar una mayor diversidad de usuarios. Se propone una piscina, espacios para sentarse, 3 ranchos. 2, Compra de tierra para nueva área recreativa que compense las zonas recreativas informales desaparecidas a lo largo del río.	1. Cantidad de áreas recreativas habilitadas. 2. Cantidad de usuarios durante mañana, tarde y noche. 3. Diversidad de edades de las personas que usan las áreas recreativas habilitadas	Durante el período de construcción	Municipalidad de Limón. Comité de Deportes y Recreación	\$ 193000	46



Cuadro 9.8. Matriz de medidas de mitigación (incluye indicadores, monitoreo y regencia) para impactos secundarios en etapa de construcción (Continuación)

#	Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo	I
144	Excavación y limpieza de los cauces intervenidos durante el proyecto	Paisaje	Impacto visual de las obras	Implementación de pérgolas con vegetación a la orilla de los ríos, para sectores cuyo ancho libre sea superior a 3m. Implementación de acera al menos en 4km lineales.	1. Cantidad de metros lineales cubiertos con pérgolas. 2. Cantidad aproximada de usuarios	Durante el primer año de implementación	Municipalidad de Limón. Comité de Deportes y Recreación	Opción 1: Para el 100% de las zonas con más de 3m libres \$ 627500 (aprox.316 millones de colones)/ Opción 2: Para el 40% de las zonas con más de 3 m libres \$ 250000 (aprox.125 millones de colones). Acera. \$276000	31
145	Eliminación de la cubierta vegetal	Sitios arqueológicos	Alteración de la evidencia arqueológica	Monitoreo de movimientos de tierra y de capa vegetal de las distintas obras constructivas	Cumplimiento con legislación arqueológica y demarcación y señalización de zonas arqueológica hasta que se realicen estudios y se establezcan recomendaciones según protocolos	Durante movimientos de tierra y limpieza cubierta vegetal	Arqueólogo acreditado por la Comisión Arqueológica Nacional contratado por desarrollador	\$ 2000 por mes	28
146	Movimiento de tierras	Sitios arqueológicos	Riesgo de destrucción de restos arqueológicos	Monitoreo de movimientos de tierra y de capa vegetal de las distintas obras constructivas	Cumplimiento con legislación arqueológica y demarcación y señalización de zonas arqueológica hasta que se realicen estudios y se establezcan recomendaciones según protocolos	Durante movimientos de tierra y limpieza cubierta vegetal	Arqueólogo acreditado por la Comisión Arqueológica Nacional contratado por desarrollador	\$ 2000 por mes	35



Cambios en el diseño para disminuir el impacto

A continuación se proponen una serie de medidas y cambios en el diseño que disminuirán significativamente la afectación del proyecto a los distintos medios:

- a) **No realizar las obras propuestas (caminos a ambos lados, recava sobre el cauce, apilamiento de material a los lados de los caminos) en el canal Santa Rosa, y la limpieza necesaria (supuesta en la modelación) debe ser realizada según las condiciones indicadas en la actualización del Plan de Manejo del Refugio Nacional Mixto de Vida Silvestre (RNVSL). Con esta medida se eliminarían prácticamente todos los impactos indicados en los apartados 9.1, 9.2, 9.3 y 9.4 relacionados con el canal Santa Rosa. En el mapa 9.1 y mapa 9.2 se muestra que las obras en el canal no tienen un efecto importante para disminuir la inundación, ya que al comparar la modelación con las obras en el canal Santa Rosa y sin estas obras, se obtienen resultados muy similares.**
- b) **Los canales de trasvase y desvío no deben construirse dentro de los límites del Refugio Nacional Mixto de Vida Silvestre Limoncito (RNVSL).**

Estas propuestas (a y b) se hacen por los impactos que tendrían las actividades requeridas para construir las obras del proyecto (listados y valorados en la MIIA), y para cumplir con lo indicado en la actualización del Plan de manejo del Refugio Nacional Mixto de Vida Silvestre Limoncito (RNVSL) y que fue apoyado por el grupo de profesionales que elaboró este Estudio de Impacto Ambiental. Además está por confirmarse que la construcción o no de las obras en el Canal Santa Rosa no afectarían de manera significativa las áreas de inundación en la zona urbana resultado del tránsito de crecientes.

Lo indicado en la Actualización del Plan de Manejo del RNVSL se presenta en el Apartado 1.4, sin embargo a continuación se citan los puntos más relevantes para justificar la no realización de las obras en las diferentes zonas de manejo:

Zonas de manejo I y II:

- No se podrán realizar ningún tipo de infraestructuras; ni extracciones de tierra, minerales o cualquier otro material.
- No se podrán construir caminos de acceso, ni la construcción de canales de drenaje ni el desecado de tierras.

Zona de manejo III:

- Las vías de acceso terrestres deben ser de grava y no deben impedir el flujo de fauna. Las mejoras viales en la periferia del refugio debe contemplar pasos elevados, o subterráneos, naturales o seminaturales, para no interrumpir el paso y movimiento de la fauna.
- La navegación se permite utilizando botes pequeños con remos.
- Los canales comunitarios existentes a la fecha de creación del refugio solamente podrán ser limpiados manualmente.
- Dentro de las áreas de protección (20 m a partir del borde) de los drenajes u otros cuerpos de agua (ríos, esteros, lagunas, canales artificiales o naturales) no se podrá realizar edificaciones ni modificaciones a la cobertura vegetal.



- El acceso por agua al interior del refugio por el estero Westfalia no podrá realizarse empleando motores fuera de borda ni uso de vehículos acuáticos deportivos ni motorizados.
- No podrán realizarse extracciones de tierra, piedra, arena o cualquier otro material en ríos, esteros, lagunas, canales artificiales o naturales u otros cuerpos de agua del área.
- No se podrán construir nuevos caminos de acceso dentro del refugio, los caminos existentes deben ser reparados con grava y debe evitarse el drenado de suelos.

- c) Construir estructura para permitir un caudal mínimo (Ver Sección 4 Marco Jurídico: Caudal ecológico) en el tramo del río Limoncito entre la desviación actual hacia el canal Santa Rosa y la confluencia con la Quebrada Chinita (o Quebrada Sin Nombre). Este cambio se considerará posteriormente como una medida de compensación del proyecto pues este sector del Río Limoncito no está dentro del área del proyecto (AP).**

En giras de campo se verificó que durante la época seca el río Limoncito en este tramo, disminuye su caudal y se convierte en una serie de pozas donde se concentran todos los peces. Debe darse la condición para que estos puedan movilizarse por el río, si esta condición se vuelve más crítica, los peces podrían morir.

- d) La nueva estructura de Trasvase del río Limoncito hacia el Canal Santa Rosa sólo debe desviar el agua en caso de excedencias. Esta condición debe cumplirse en todas las estructura (vertederos y alcantarillas).**

Los vertederos y alcantarillas que se construyan durante el proyecto solamente deben funcionar cuando hay excedencias para evitar inundaciones, caso contrario deben permitir el paso continuo del agua sin desvíos.

- e) Incluir en el proyecto, la construcción de un alcantarillado pluvial en la subcuenca de la quebrada Chocolate que conduzca el agua de lluvia hacia una tubería que a su vez conduzca el agua hacia el mar Caribe. Esta obra disminuiría el volumen de agua que actualmente causa las inundaciones en Limoncito y que no son reducidas completamente por las obras propuestas.**

- f) Para proteger los árboles como Ceibas, Cativos, Surá y Guácimo Colorado presentes en las márgenes de los ríos y quebradas que tienen gran importancia biológica, valor paisajístico y recreativo; debe modificarse la sección propuesta en cada uno de estos sitios. Cada árbol (sin alterar sus raíces para ser afectado) debe ser rodeado y protegido utilizando tablestaca, y para balancear esta situación debe hacerse una estructura en voladizo en el lado contrario que permita la continuidad de la calle y proporcione el espacio a la sección del río que se eliminó para protegerlo.**

Estos cambios puntuales en la sección del río podrían traer una acumulación de sedimentos en estos sitios que requerirían de un continuo mantenimiento.

- g) La pendiente de los taludes naturales, de acuerdo a los estudios incluidos en la línea base (Apartado 5.1.3), debe ser de 1:3 y no 1:1; esta condición aseguraría la estabilidad de los taludes y la disminución de sedimentos hacia los ríos y canales; sin embargo requiere la revisión del espacio para ampliar las secciones pues el requerimiento de área es mayor. En los casos donde se propone colocar el material en las márgenes de ríos y canales, podría ser necesario trasladarlos a otro sitio**



(siguiendo los lineamientos propuestos en el Plan de Manejo de Desechos Sólidos y Líquidos).

El material producto de los deslizamientos de taludes inestables disminuiría la capacidad hidráulica de ríos y canales, y aumentaría los costos de mantenimiento. Es importante señalar que según se cita en la Actualización de Plan de Manejo del RNVSL, el arrastre de sedimentos (que ya es producto de la deforestación y de fenómenos naturales de la región), es la principal fuente de contaminación de las áreas coralinas del litoral.

- h) Deben dejarse espacios libres cada 100 metros con un ancho entre 5 y 10 metros, en el material colocado en las márgenes de los canales de Japdeva, Tránsito y Desvío, producto de las excavaciones para ampliarlos o construirlos. Ya que por su condición pueden derrumbarse en caso de que se inunde el área en un evento extremo; estos espacios evitarán la acumulación del agua en esos casos y se evitaría el desarrollo de vectores de enfermedades como la malaria y el dengue.**

Esta infraestructura debe ser complementada con la creación de tanques para retener agua de lluvia (que puede ser descargada posteriormente o utilizada para diversas actividades) en nuevas construcciones de manera obligatoria o en las ya existentes de manera voluntaria; y un control del crecimiento urbano en la cuenca del río Chocolate (esto debe ser regulado en el nuevo Plan Regulador de la ciudad de Limón).

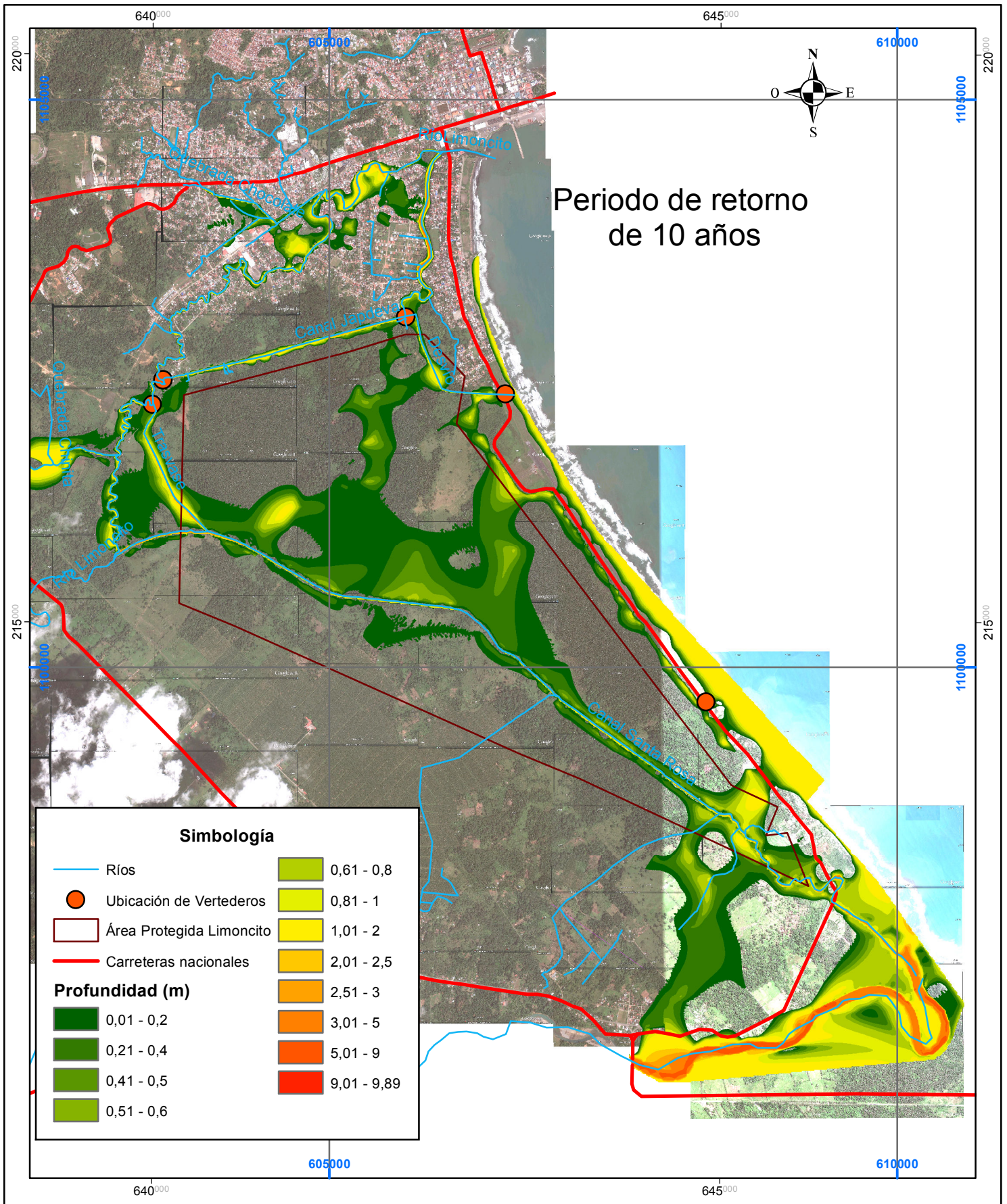
- i) Crear e implementar un plan de reordenamiento vial en la zona de Limoncito para que sólo se permita el tránsito en una sola dirección en varias de las angostas calles. Esto permitiría tener más espacio para construir varias de las propuestas de mitigación y compensación, como aceras y pérgolas en las márgenes de cauces de ríos y quebradas donde se colocará tablestaca o bloques de concreto articulado, con el fin de dar sombra y espacio para el peatón, y mejorar el paisaje (Ver Plan de obras de mitigación y compensación).**

- j) Recomendaciones específicas para el diseño de las estructuras del proyecto.**

- Hacer un diseño hidráulico de una sección estable para un canal de fondo móvil y no intentar "garantizar la estabilidad" por medio de protecciones con bloques de concreto articulado y tablestacas cuando el borde del cauce deba quedar con una inclinación mayor a la que garantice su estabilidad.
- Las secciones trapezoidales no son necesariamente estables. La geometría hidráulica debe diseñarse en función del caudal sólido, la pendiente de energía y el caudal líquido que se desea transportar. Todas las secciones deben diseñarse para corroborar que sean que sean estables.
- Es importante considerar en el diseño que al fijar un tramo del río, el río termina reestableciendo el equilibrio en algún otro tramo del cauce.
- Falta el diseño de obras de transición entre las secciones rectangular y trapezoidal con las secciones no prismáticas del cauce.
- Los canales Tránsito y Desvío deben diseñarse para garantizar su estabilidad.
- El vertedor colocado al inicio del canal Tránsito entre el río Limoncito y el canal Santa Rosa necesita un dissipador de energía.



- En el caso de la estructura vertedora que se colocará al inicio del canal Japdeva debe explicarse con detalle, ¿cómo se garantiza la permanencia de una caudal constante en el cauce del río Limoncito? y ¿cuál es la manera en la que, durante eventos extremos, la mayor cantidad de caudal se dirige hacia el canal Japdeva?.
 - Debe aclararse si cada una de las alcantarillas Norte y Sur son: "alcantarilla" o "batería de alcantarillas".
 - Para cada una de las estructuras de puentes propuestas se recomienda hacer el perfil de flujo y el análisis de los niveles de energía y determinar los cambios en el régimen de flujo, si es que se presenta esta situación. A la salida de todas las estructuras se debe contemplar la construcción de estructuras disipadoras de energía.
- k) **Eliminación de la alcantarilla norte, pues los resultados del modelado de crecientes indican que no hay caudal en esta para los períodos de retorno evaluados. Debe valorarse entonces, si no debe construirse el Canal asociado a esta alcantarilla.**
- l) **Elaboración de un Plan de Manejo de la cuenca del río Limoncito para evitar que cambios en el uso del suelo puedan afectar las condiciones para las que fue diseñado el proyecto y provocar mayores inundaciones.**



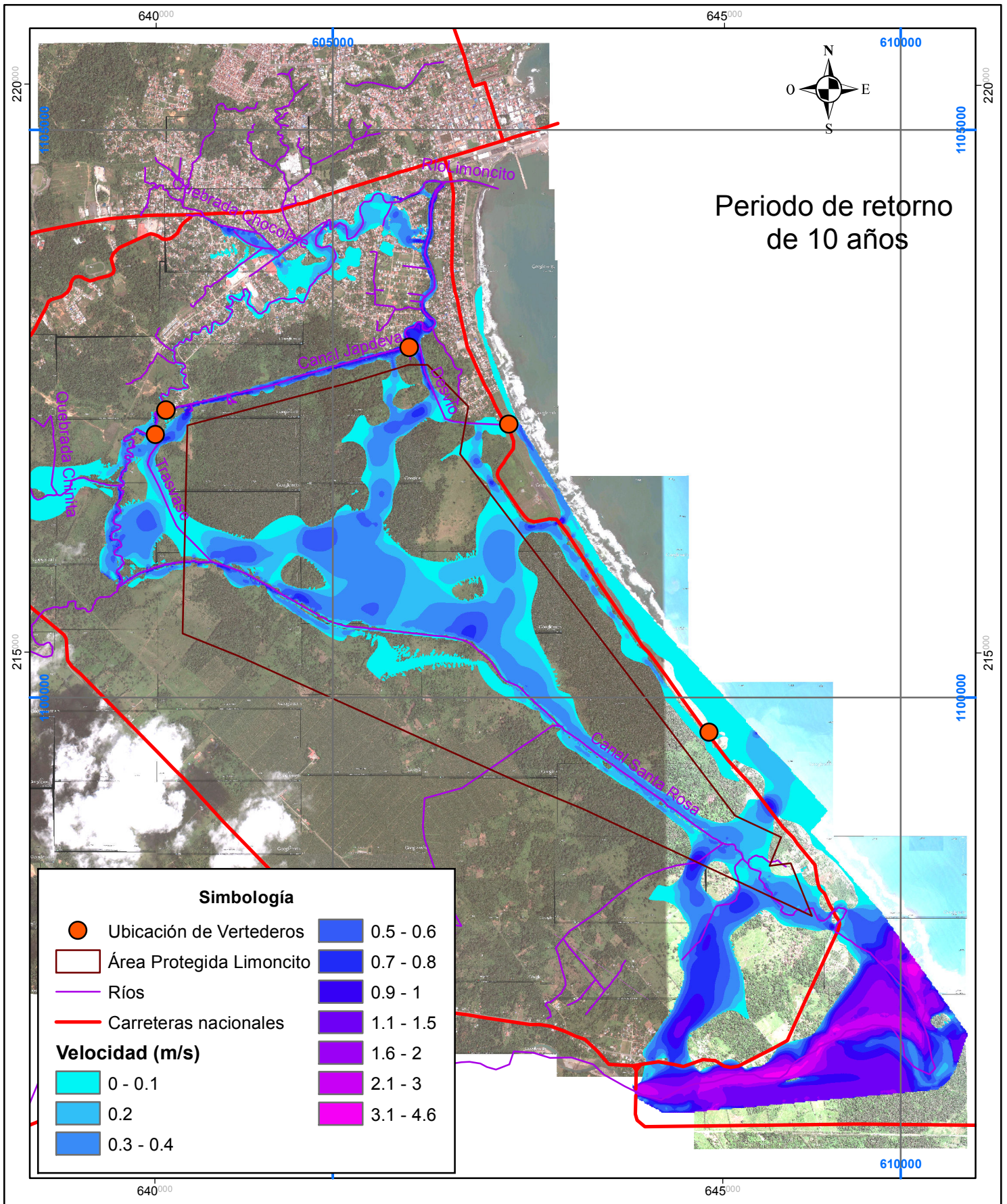
Mapa 9.1 Profundidad en la zona de inundación para un periodo de retorno de 10 años, después del proyecto sin intervenir el canal Santa Rosa

Estudio de impacto ambiental del proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en la cuenca baja del río Limoncito"

825 412,5 0 825 Metros
 Coordenadas CRTM05 Escala
 (Lambert Norte se indican en negro) 1:45.000

Fuentes: IGN, Hojas Cartográficas 1 : 50,000; Google Earth 2013; ProDUS, 2013





Mapa 9.2. Velocidad del agua en la zona de inundación de para un periodo de retorno de 10 años, después del proyecto sin intervenir el canal Santa Rosa

Estudio de impacto ambiental del proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en la cuenca baja del río Limoncito"

825 412,5 0 825 Metros

 Coordenadas CRTM05 Escala
 (Lambert Norte se indican en negro) 1:45.000

Fuentes: IGN, Hojas Cartográficas 1 : 50,000;
 Google Earth 2013; ProDUS, 2013





En el cuadro 9.9 se muestra un resumen de las medidas de mitigación propuestas para las distintas actividades que posee el proyecto. Son las medidas expuestas en el cuadro 9.8, pero en este cuadro se resumen para visualizar la aplicación a las distintas actividades.

Cuadro 9.9. Resumen de medidas ambientales establecidas para prevenir, compensar o mitigar los impactos producidos por el proyecto

Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Legislación ambiental aplicable	Mitigación de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo	Síntesis de compromiso ambiental
Excavación y dragado	Agua superficial	Contaminación de los ríos debido a la excavación de fondo y taludes del cauce, liberando gran cantidad de sedimentos	Ley orgánica del ambiente Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales	- Trampas de sedimentos para disminuir la cantidad de sedimentos en el agua. -Monitoreo físico-químico del agua para garantizar la sobrevivencia de los ecosistemas existentes	Medición de Calidad físico-química del agua (turbidez : valor máximo 100 UNT)	Mientras haya obras que potencialmente liberen sedimento	SENARA y empresa constructora	\$ 3600 por las trampas de sedimentos *960 por las pruebas de turbidez	Controlar la cantidad de sedimentos presentes en el agua del cauce para garantizar la prevalencia de los ecosistemas.
Excavación y dragado	Agua superficial	Aumento de la erosión en las paredes del cauce y canales al quedar sin vegetación el talud	Ley orgánica del ambiente Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales	- Sembrar vegetación en los taludes de los cauces para disminuir la erosión y sobre el suelo colocado en las márgenes. - Colocar plásticos sobre los montículos de tierra cuando no se haya sembrado vegetación	Cantidad, tipo y localización de los árboles reforestados. Cantidad de cobertura vegetal que sobrevive en los taludes	Control mensual durante 1 año para la siembra y monitoreos cada 6 meses por 4 años.	Empresa Constructora, Comisión de Seguimiento.	\$ 30000 para la compra y siembra de la vegetación en los taludes \$ 2000 para comprar plástico	Controlar la erosión para con ello disminuir la cantidad de sedimentos presentes en el cauce
Excavación y dragado	Flora y fauna terrestres	Perdida y fragmentación del bosque, alteración del paisaje, modificación de cadenas tróficas terrestres y acuáticas	Ley Forestal Ley orgánica del ambiente Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales	- Sembrar árboles nativos a lo largo de caminos tal y como se especifica en el Plan de Gestión Ambiental. - No cortar árboles de especies en peligro. - cortar únicamente los árboles ubicados en el espacio de operación de la maquinaria y los sitios donde se ubicará la infraestructura nueva. - Reubicación de la biota que habite en los árboles que se recomienda no talar en el PGA	Cantidad de árboles sembrados. Monitoreo de la sobrevivencia y crecimiento de los árboles sembrados. Mantenimiento de los árboles seleccionados.	Desde el inicio de la construcción	SENARA y empresa Constructora	\$ 118000 para reforestar árboles \$ 2000 para desarrollar el plan de reforestación \$ 30000 para reubicar la biota	Cuidar la cobertura vegetal ribereña Cuidar la biota ribereña Recuperación de la cobertura vegetal ribereña
Excavación y dragado	Flora y fauna terrestres	Afectación de la biota por la erosión de suelos expuesto en las márgenes	Ley orgánica del ambiente Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales	Sembrar vegetación en los taludes de los cauces para disminuir la erosión y sobre el suelo colocado en las márgenes. Colocar plásticos sobre los montículos de tierra cuando no se haya sembrado vegetación	Cantidad, tipo y localización de los árboles reforestados. Cantidad de cobertura vegetal que sobrevive en los taludes	Control mensual durante 1 año para la siembra y monitoreos cada 6 meses por 4 años.	Empresa Constructora, Comisión de Seguimiento.	\$ 30000 para la compra y siembra de la vegetación en los taludes \$ 2000 para comprar plástico	Controlar la erosión para con ello disminuir la cantidad de sedimentos presentes en el cauce
Excavación y dragado	Flora y fauna acuáticas	Disminución de calidad del agua por aumento en la cantidad de sólidos disueltos en el agua	Ley orgánica del ambiente Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales	- Trampas de sedimentos. - Monitoreo físico-químico	Medición de Calidad físico-química del agua (turbidez : valor máximo 100 UNT)	Mientras haya obras que potencialmente liberen sedimento	SENARA y empresa constructora	\$ 3600 por las trampas de sedimentos *960 por las pruebas de turbidez	Controlar la cantidad de sedimentos presentes en el agua del cauce para garantizar la prevalencia de los ecosistemas.
Excavación y dragado	Flora y fauna acuáticas	Pérdida de microhábitats y sustratos de macroinvertebrados acuáticos por relleno de intersticios con sedimento	Ley orgánica del ambiente Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales	Biomonitoreo	Calidad del agua según índice BMWP-CR, riqueza taxonómica y abundancias	Durante fase de construcción, con un muestreo semestral	Empresa Constructora	\$6000 c/u	Controlar la cantidad de flora y fauna durante la etapa constructiva y posterior a ésta



Cuadro 9.9. Resumen de medidas ambientales establecidas para prevenir, compensar o mitigar los impactos producidos por el proyecto (Continuación)

Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Legislación ambiental aplicable	Mitigación de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo	Síntesis de compromiso ambiental
Excavación y dragado	Flora y fauna acuáticas	Aumento de sólidos en suspensión en agua superficial lo cual podría matar algunas especies acuáticas	Ley orgánica del ambiente Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales	- Trampas de sedimentos. - Monitoreo físico-químico	Medición de Calidad físico-química del agua (turbidez : valor máximo 100 UNT)	Mientras haya obras que potencialmente liberen sedimento	SENARA y empresa constructora	\$ 3600 por las trampas de sedimentos *960 por las pruebas de turbidez	Controlar la cantidad de sedimentos presentes en el agua del cauce para garantizar la prevalencia de los ecosistemas.
Excavación y dragado	Suelo	Aumento en los volúmenes de suelo desprendido (deslizamientos)	Ley orgánica del ambiente Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales	Cambiar el diseño de la pendiente de los taludes de modo que sean estables o colocar algún sistemas de estabilización que evite el deslizamiento			SENARA		Evitar problemas de deslizamientos de los taludes
Excavación y dragado	Suelo	Contaminación del agua y suelo por derrames de combustible	Ley orgánica del ambiente Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales	Monitoreo y mantenimiento periódico de la maquinaria y equipo a emplear en la construcción	Fugas visibles en la maquinaria, manchas de aceite	Inspección visual y mantenimiento semanal	Regente ambiental y empresa constructora	\$ 1500 al mes para reparación y compra de repuestos	Evitar la contaminación del agua y el suelo por derrames de combustibles
Excavación y dragado	Suelo	Aumento de la erosión en las paredes del cauce y erosión del suelo colocado en las márgenes	Ley orgánica del ambiente Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales	- Sembrar vegetación en los taludes de los cauces para disminuir la erosión y sobre el suelo colocado en las márgenes. - Colocar plásticos sobre los montículos de tierra cuando no se haya sembrado vegetación	Cantidad, tipo y localización de los árboles reforestados. Cantidad de cobertura vegetal que sobrevive en los taludes	Control mensual durante 1 año para la siembra y monitoreos cada 6 meses por 4 años.	Empresa Constructora, Comisión de Seguimiento.	\$ 30000 para la compra y siembra de la vegetación en los taludes \$ 2000 para comprar plástico	Controlar la erosión para con ello disminuir la cantidad de sedimentos presentes en el cauce
Excavación y dragado	Ruido	Contaminación sonora (Ruido provocado por la maquinaria de trabajo dentro de los cauces de extracción y movimiento de material dragado)	Ley orgánica del ambiente Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales	- Delimitar y señalar adecuadamente el área de trabajo. - Los equipos y unidades vehiculares deben tener mantenimiento oportuno y adecuado para minimizar ruidos de motores, chasis y acoplados. - Evitar concentrar las actividades de trabajo que requieren el uso de equipos más ruidosos en un mismo lugar, esto para reducir la magnitud de los ruidos molestos a los vecinos. - Exigencia a los trabajadores del uso de protección auditiva (orejeras o tampones) cuando estén trabajando cerca de una fuente emisora de ruido significativo. - Uso de maquinarias con silenciadores para apaciguar el ruido. - Realizar monitoreo de los niveles de presión sonora durante la etapa de extracción de material, con el fin de verificar que los niveles de presión sonora son inferiores a los establecidos en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido, Decreto N°28718-S del Ministerio de Salud. - En los casos en que existan viviendas a menos de 10m del área ruidosa, deberán colocarse barreras antirruído.	- Intensidad del nivel del ruido	- Por cada actividad de trabajo, deberá monitorearse de manera constante el nivel de ruido con sonómetro.	Regente ambiental y la empresa constructora	- Sonómetro (\$280) - Calibrador del sonómetro (\$200) - Barrera antirruído (\$250/m ²).	Producir la menor afectación a la población y los trabajadores por el ruido que generen las distintas actividades del proyecto



Cuadro 9.9. Resumen de medidas ambientales establecidas para prevenir, compensar o mitigar los impactos producidos por el proyecto (Continuación)

Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Legislación ambiental aplicable	Mitigación de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo	Síntesis de compromiso ambiental
Excavación y dragado	Agua subterránea	Contaminación del agua y suelo por derrames de combustible	Ley orgánica del ambiente Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales	Monitoreo y mantenimiento periódico de la maquinaria y equipo a emplear en la construcción	Fugas visibles en la maquinaria, manchas de aceite	Inspección visual y mantenimiento semanal	Regente ambiental y empresa constructora	\$ 1500 al mes para reparación y compra de repuestos	Evitar la contaminación del agua y el suelo por derrames de combustibles
Proceso de excavación y construcción de obras en la zona urbana y sobre la ruta nacional N° 36	Vialidad	Interrupción flujo vehicular y peatonal.	Ley orgánica del ambiente Ley Forestal	Se debe planificar el proceso constructivo de modo siempre haya paso en un carril o exista una ruta alterna cercana, además colocar señalización durante el proceso constructivo para guiar a los conductores y peatones	Tiempo de espera de vehículos y colocación de señalización	Fluidez en el tránsito vehicular durante en proceso constructivo y fluidez de la circulación peatonal	Empresa constructora	\$ 10000 para comprar señalización	Disminuir el impacto del proyecto sobre la vialidad de la zona
Proceso de excavación y construcción de obras en la zona urbana y sobre la ruta nacional N° 36	Población	Invasión del espacio público (calles, aceras, puentes, entre otros)	Ley Orgánica del ambiente Decreto N° 12715 Norma Oficial para la utilización de colores y su simbología	Se debe planificar el proceso constructivo de modo siempre haya paso en un carril o exista una ruta alterna cercana, además colocar señalización durante el proceso constructivo para guiar a los conductores y peatones	Tiempo de espera de vehículos y colocación de señalización	Fluidez en el tránsito vehicular durante en proceso constructivo y fluidez de la circulación peatonal	Empresa constructora	\$ 10000 para comprar señalización	Disminuir el impacto del proyecto sobre la vialidad de la zona
Proceso de excavación y construcción de obras en la zona urbana	Población	Disposición de desechos sólidos de las viviendas en el espacio público	Ley de Gestión integral de residuos Decreto ejecutivo 37567 Reglamento general a la ley de gestión integral de residuos	Coordinar con la Municipalidad el proceso de recolección de desechos sólidos en la zona donde se estén realizando trabajos, esto con el fin de evitar que los vecinos los arrojen al río.			Empresa constructora		Disminuir la contaminación del río
Excavación y limpieza de los cauces y construcción de obras durante el proyecto	Paisaje y población	Desarrollo de Actividades recreativas	Ley orgánica del ambiente	1. Habilitación de zonas recreativas aledañas con equipamiento urbano, para generar una mayor diversidad de usuarios. Se propone una piscina, espacios para sentarse, 3 ranchos. 2, Compra de tierra para nueva área recreativa que compense las zonas recreativas informales desaparecidas a lo largo del río.	1.Cantidad de áreas recreativas habilitadas. 2.Cantidad de usuarios durante mañana, tarde y noche.3. Diversidad de edades de las personas que usan las áreas recreativas habilitadas	Durante el período de construcción	Municipalidad de Limón. Comité de Deportes y Recreación	\$ 193000 para realizar las obras	Crear sitios de recreación para compensar la pérdida de espacios en las márgenes de los cauces



Cuadro 9.9. Resumen de medidas ambientales establecidas para prevenir, compensar o mitigar los impactos producidos por el proyecto (Continuación)

Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Legislación ambiental aplicable	Mitigación de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo	Síntesis de compromiso ambiental
Excavación y limpieza de los cauces y construcción de obras durante el proyecto	Paisaje	Impacto visual de las obras	Ley orgánica del ambiente	Implementación de pérgolas con vegetación a la orilla de los ríos, para sectores cuyo ancho libre sea superior a 3m. Implementación de acera al menos en 4km lineales.	1. Cantidad de metros lineales cubiertos con pérgolas. 2. Cantidad aproximada de usuarios	Durante el primer año de implementación	Municipalidad de Limón. Comité de Deportes y Recreación	Opción 1: Para el 100% de las zonas con más de 3m libres 313260000 (aprox.316 millones de colones)/ Opción 2: Para el 40% de las zonas con más de 3 m libres \$250000 (aprox.125 millones de colones). Acera. \$276000	Mejorar el paisaje en las márgenes de los cauces en la zona urbana
Excavación y dragado dentro de los cauces	Sitios arqueológicos	Riesgo de destrucción de restos arqueológicos	Ley 6703 y Decreto de Tramites Arqueológicos Decreto N° 28174-MP-C-MINAE-MEIC	Monitoreo de movimientos de tierra y de capa vegetal de las distintas obras constructivas	Cumplimiento con legislación arqueológica y demarcación y señalización de zonas arqueológica hasta que se realicen estudios y se establezcan recomendaciones según protocolos	Durante movimientos de tierra y limpieza cubierta vegetal	Arqueólogo acreditado por la Comisión Arqueológica Nacional contratado por desarrollador	\$ 2000 por mes	Preservar los sitios arqueológicos
Excavación, dragado y construcción de nuevas obras	Flora y fauna acuáticas	Disminución de abundancia y riqueza de especies a consecuencia de las obras realizadas dentro de los cauces	Ley 6703 y Decreto de Tramites Arqueológicos Decreto N° 28174-MP-C-MINAE-MEIC	Biomonitoreo	Calidad del agua según índice BMWP-CR, riqueza taxonómica y abundancias	Durante fase de construcción, con un muestreo semestral	Empresa Constructora	\$6000 c/u	Controlar la cantidad de flora y fauna durante la etapa constructiva y posterior a ésta
Eliminación de árboles y cobertura vegetal ribereña	Flora y fauna terrestres	Aumento de sedimentos, disminución de aporte de materia vegetal y disminución de sombra por tala en orillas de los cauces, desplazamiento de especies silvestres que habitan cerca del cauce	Ley Forestal - Ley 7575 Decreto 25721 - MINAE - Reglamento de ley Forestal	- Sembrar árboles nativos a lo largo de caminos tal y como se especifica en el Plan de Gestión Ambiental. - No cortar árboles de especies en peligro. - cortar únicamente los árboles ubicados en el espacio de operación de la maquinaria y los sitios donde se ubicará la infraestructura nueva. - Reubicación de la biota que habite en los árboles que se recomienda no talar en el PGA	Cantidad de árboles sembrados. Monitoreo de la sobrevivencia y crecimiento de los árboles sembrados. Mantenimiento de los árboles seleccionados.	Desde el inicio de la construcción	SENARA y empresa Constructora	\$ 118000 para reforestar árboles \$ 2000 para desarrollar el plan de reforestación \$ 30000 para reubicar la biota	Cuidar la cobertura vegetal ribereña Cuidar la biota ribereña Recuperación de la cobertura vegetal ribereña



Cuadro 9.9. Resumen de medidas ambientales establecidas para prevenir, compensar o mitigar los impactos producidos por el proyecto (Continuación)

Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Legislación ambiental aplicable	Mitigación de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo	Síntesis de compromiso ambiental
Eliminación de árboles y cubierta vegetal en la márgenes	Paisaje	Alteración del paisaje natural	Ley 8839 Ley de gestión integral de residuos Decreto 36093- Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios Decreto ejecutivo 37567 - Reglamento general a la ley de gestión integral de residuos	Implementación de mecanismos de educación ambiental para involucrar a la población con el Área Protegida Limoncito, para un disfrute más integral de la población con este sector.	Cantidad de talleres o reuniones realizadas. Cantidad de participantes	Durante los primeros 3 años de funcionamiento del proyecto se deben realizar al menos 5 talleres	Comisión de Seguimiento del proyecto	\$ 10000 para la realización de 5 talleres	Educar a la población en materia de protección y disfrute ambiental
Eliminación de la cubierta vegetal	Sitios arqueológicos	Alteración de la evidencia arqueológica	Ley 8839 Ley de gestión integral de residuos Decreto 36093- Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios Decreto ejecutivo 37567 - Reglamento general a la ley de gestión integral de residuos	Monitoreo de movimientos de tierra y de capa vegetal de las distintas obras constructivas	Cumplimiento con legislación arqueológica y demarcación y señalización de zonas arqueológica hasta que se realicen estudios y se establezcan recomendaciones según protocolos	Durante movimientos de tierra y limpieza cubierta vegetal	Arqueólogo acreditado por la Comisión Arqueológica Nacional contratado por desarrollador	\$ 2000 por mes	Preservar los sitios arqueológicos
Uso de motosierras, taladoras y otro equipo para tala de árboles	Ruido	Contaminación sonora (Ruido provocado por la maquinaria de tala de árboles y vegetación)	Ley 5395- Ley general de salud Decreto N° 28718- Reglamento para el control de contaminación por ruido Decreto N° 32692 - Procedimiento para la medición de ruido Decreto N° 10541 - Reglamento para el control de ruidos y vibraciones Ley 6727 - Ley sobre riesgos del trabajo Decreto N° 1 - Reglamento general de seguridad e higiene del trabajo Decreto N° 25235 - Reglamento de seguridad en construcciones Decreto N° 26904 - Plan Nacional de salud ocupacional	- Delimitar y señalar adecuadamente el área de trabajo. - Evitar concentrar las actividades de trabajo que requieren el uso de equipos más ruidosos en un mismo lugar, esto para reducir la magnitud de los ruidos molestos a los vecinos. - Exigencia a los trabajadores del uso de protección auditiva (orejeras o tampones) cuando estén trabajando cerca de una fuente emisora de ruido significativo. - Realizar monitoreo de los niveles de presión sonora durante la etapa de extracción de material, con el fin de verificar que los niveles de presión sonora son inferiores a los establecidos en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido, Decreto N°28718-S del Ministerio de Salud. - En los casos en que existan viviendas a menos de 10m del área ruidosa, deberán colocarse barreras antirruído.	- Intensidad del nivel del ruido	- Por cada actividad de trabajo, deberá monitorearse de manera constante el nivel de ruido con sonómetro.	Regente ambiental y la empresa constructora	- Sonómetro (\$280) - Calibrador del sonómetro (\$200) - Barrera antirruído (\$250/m2).	Producir la menor afectación a la población y los trabajadores por el ruido que generen las distintas actividades del proyecto
Disposición final de materiales y remanentes de excavación en las márgenes del cauce	Flora y fauna acuáticas	Alteración de ecosistemas acuáticos, afectación de la flora y fauna acuática por la operación de la maquinaria	Ley Forestal - Ley 7575 Decreto 25721 - MINAE - Reglamento de ley Forestal	- Sembrar árboles nativos a lo largo de caminos tal y como se especifica en el Plan de Gestión Ambiental. - No cortar árboles de especies en peligro. - cortar únicamente los árboles ubicados en el espacio de operación de la maquinaria y los sitios donde se ubicará la infraestructura nueva. - Reubicación de la biota que habite en los árboles que se recomienda no talar en el PGA	Cantidad de árboles sembrados. Monitoreo de la sobrevivencia y crecimiento de los árboles sembrados. Mantenimiento de los árboles seleccionados.	Desde el inicio de la construcción	SENARA y empresa Constructora	\$ 118000 para reforestar árboles \$ 2000 para desarrollar el plan de reforestación \$ 30000 para reubicar la biota	Cuidar la cobertura vegetal ribereña Cuidar la biota ribereña Recuperación de la cobertura vegetal ribereña



Cuadro 9.9. Resumen de medidas ambientales establecidas para prevenir, compensar o mitigar los impactos producidos por el proyecto (Continuación)

Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Legislación ambiental aplicable	Mitigación de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo	Síntesis de compromiso ambiental
Disposición final del material y remanentes de excavación en la márgenes de los cauces	Flora y fauna terrestres	Afectación de la flora y fauna terrestre por la operación de maquinaria	Ley orgánica del ambiente	Reubicar la biota presente en el sitio en los árboles que el PGA recomienda no cortar	Cantidad de árboles cortados	Cantidad de biota reubicada	Empresa constructora	\$ 30000 para reubicar biota	Cuidar la biota ribereña
Disposición final de suelos en sitio de disposición final	Agua subterránea	Contaminación de la aguas subterráneas debido a la contaminación existente el agua presente en los lodos	Decreto N° 31545 - MINAE- Reglamento de aprobación y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales	Hacer lechos de secado para utilizar los lodos como abono o realizar un estudio de tránsito de contaminantes para determinar si no hay afectación por la disposición de los lodos sin secarlos debido a la calidad del agua	Resultados del estudio del tránsito de contaminantes o control de la calidad del abono orgánico	Pruebas de calidad de lodos una vez al mes durante el tiempo de extracción	SENARA		Evitar la contaminación de agua subterránea
Disposición final de suelos en sitio de disposición final	Agua superficial	Contaminación del agua superficial producto de la erosión de los suelos depositados en el sitio	Decreto N° 31545 - MINAE- Reglamento de aprobación y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales	Realizar diseño del sitio en función del tratamiento que se le dé a los lodos			SENARA		Disminuir la cantidad de sedimentos presentes en los cauces
Construcción de caminos en las márgenes de los cauces y construcción de vertederos y alcantarillas	Flora y fauna acuáticas	Pérdida y fragmentación de bosque presente en las zonas de afectación	Ley Forestal - Ley 7575 Decreto °25721 - MINAE - Reglamento de ley Forestal	<ul style="list-style-type: none"> - Sembrar árboles nativos a lo largo de caminos tal y como se especifica en el Plan de Gestión Ambiental. - No cortar árboles de especies en peligro. - cortar únicamente los árboles ubicados en el espacio de operación de la maquinaria y los sitios donde se ubicará la infraestructura nueva. - Reubicación de la biota que habite en los árboles que se recomienda no talar en el PGA 	Cantidad de árboles sembrados. Monitoreo de la sobrevivencia y crecimiento de los árboles sembrados. Mantenimiento de los árboles seleccionados.	Desde el inicio de la construcción	SENARA y empresa Constructora	\$ 118000 para reforestar árboles \$ 2000 para desarrollar el plan de reforestación \$ 30000 para reubicar la biota	Cuidar la cobertura vegetal ribereña Cuidar la biota ribereña Recuperación de la cobertura vegetal ribereña
Apertura de caminos, excavación, tala de árboles y colocación de material en las márgenes del canal Santa Rosa	Flora y fauna acuática y terrestre	Perdida y fragmentación del bosque, alteración del paisaje, modificación de cadenas tróficas terrestres y acuáticas	Decreto N° 23121 - Creación del refugio nacional de vida silvestre Limoncito Decreto N ° 23259 - MIRENEM Ley 7317 - Ley de conservación de la vida silvestre Decreto N° 32633 - Reglamento a la ley de conservación de la vida silvestre	Se debe cambiar el diseño para que el canal Santa Rosa no sea intervenido pues se encuentra en una zona muy frágil			SENARA		Preservar la flora y fauna presente en las márgenes del canal Santa Rosa



Cuadro 9.9. Resumen de medidas ambientales establecidas para prevenir, compensar o mitigar los impactos producidos por el proyecto (Continuación)

Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Legislación ambiental aplicable	Mitigación de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo	Síntesis de compromiso ambiental
Construcción - caminos de tierra a ambos lados, tala de árboles, ampliación y colocación de suelo en las márgenes canal Japdeva	Zonas de vegetación importante alrededor del Humedal	Cambio en las condiciones del Refugio debido al ingreso y circulación de maquinaria a los alrededores del canal Japdeva, esto además aumenta la accesibilidad al Refugio	Decreto N° 23121 - Creación del refugio nacional de vida silvestre Limoncito Decreto N° 23259 - MIRENEM Ley 7317 - Ley de conservación de la vida silvestre Decreto N° 32633 - Reglamento a la ley de conservación de la vida silvestre	Barreras (portones) y vigilancia periódica para limitar el paso hacia el Canal por las vías para realizar el mantenimiento y limpieza, así evitar el ingreso para deforestar y cazar en el área.	Tipo de barrera utilizada	Permanencia de barreras durante la operación del proyecto	Regente Ambiental, SENARA y Comisión de Seguimiento.	a) \$ 300 de cada portón c) el costo de la vigilancia debe ser asumido por una institución de la Comisión de Seguimiento	Disminuir la accesibilidad al Refugio
Construcción de vertedor al inicio del canal Trasvase	Flora y fauna acuáticas	Modificación de la distribución del caudal actual en el río Limoncito provocando que se seque en época seca	Manual técnico del reglamento de aguas - Publicado en la Gaceta N° 98	Modificación del diseño del vertedor ubicado al inicio del canal Trasvase de modo que solo vierta agua del río Limoncito hacia el canal Trasvase en caso de eventos extremos			SENARA		Garantizar la presencia de agua en el río Limoncito
Uso de maquinaria para la colocación de bloques articulados ()	Ruido	Contaminación sonora (Ruido provocado por la colocación de bloques articulados:)	Ley 5395- Ley general de salud Decreto N° 28718- Reglamento para el control de contaminación por ruido Decreto N° 32692 - Procedimiento para la medición de ruido Decreto N° 10541 - Reglamento para el control de ruidos y vibraciones Ley 6727 - Ley sobre riesgos del trabajo Decreto N° 1 - Reglamento general de seguridad e higiene del trabajo Decreto N° 25235 - Reglamento de seguridad en construcciones Decreto N° 26904 - Plan Nacional de salud ocupacional	- Delimitar y señalar adecuadamente el área de trabajo. - Los equipos y unidades deben tener mantenimiento oportuno y adecuado para minimizar ruidos de motores, chasis y acoplados. - Evitar concentrar las actividades de trabajo que requieren el uso de equipos más ruidosos en un mismo lugar, esto para reducir la magnitud de los ruidos molestos a los vecinos. - En los casos en que existan viviendas a menos de 10m del área ruidosa, deberán colocarse barreras antirruído.	- Intensidad del nivel del ruido	- Por cada actividad de trabajo, deberá monitorearse de manera constante el nivel de ruido con sonómetro.	- Inspector o Regente Ambiental.	- Sonómetro (\$280) - Calibrador del sonómetro (\$200) - Barrera antirruído (\$250/m2).	Producir la menor afectación a la población y los trabajadores por el ruido que generen las distintas actividades del proyecto



Cuadro 9.9. Resumen de medidas ambientales establecidas para prevenir, compensar o mitigar los impactos producidos por el proyecto (Continuación)

Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Legislación ambiental aplicable	Mitigación de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo	Síntesis de compromiso ambiental
Movimiento de maquinaria, rompimiento o desmantelamiento de los puentes	Ruido	Contaminación sonora (Ruido provocado por la demolición de puentes existentes)	Ley 5395- Ley general de salud Decreto N° 28718- Reglamento para el control de contaminación por ruido Decreto N° 32692 - Procedimiento para la medición de ruido Decreto N° 10541 - Reglamento para el control de ruidos y vibraciones Ley 6727 - Ley sobre riesgos del trabajo Decreto N° 1 - Reglamento general de seguridad e higiene del trabajo Decreto N° 25235 - Reglamento de seguridad en construcciones Decreto N° 26904 - Plan Nacional de salud ocupacional	-Delimitar y señalar adecuadamente el área de trabajo. -Los equipos y unidades deben tener mantenimiento oportuno y adecuado para minimizar ruidos de motores, chasis y acoplados. -Estricto control de horario de trabajo, de manera que los trabajos no excedan en más de 8 horas al día. -Evitar concentrar las actividades de trabajo que requieren el uso de equipos más ruidosos en un mismo lugar, esto para reducir la magnitud de los ruidos molestos a los vecinos. -Exigencia a los trabajadores del uso de protección auditiva (orejeras o tampones) cuando estén trabajando cerca de una fuente emisora de ruido significativo. -Realizar monitoreo de los niveles de presión sonora durante la etapa de demolición de puentes, con el fin de verificar que los niveles de presión sonora son inferiores a los establecidos en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido, Decreto N°28718-S del Ministerio de Salud. - En los casos en que existan viviendas a menos de 10m del área ruidosa, deberán colocarse barreras antirruído.	- Intensidad del nivel del ruido	- Por cada actividad de trabajo, deberá monitorearse de manera constante el nivel de ruido con sonómetro.	- Inspector o Regente Ambiental.	- Sonómetro (\$280) - Calibrador del sonómetro (\$200) - Barrera antirruído (\$250/m2).	Producir la menor afectación a la población y los trabajadores por el ruido que generen las distintas actividades del proyecto
Transporte de material hacia el proyecto	Aire	Contaminación del aire (Dispersión de sedimentos por el transporte de material)	Ley Orgánica del ambiente Ley 5395- Ley general de salud Decreto N° 28718	-Todos los camiones cargados con material deberán circular con su compartimento de carga completamente cubierto con una capa impermeable. - En época seca los vehículos que transportan materiales deberán conducir a bajas velocidades por las rutas establecidas, de manera que en las calles de lastre, se reduzca el levantamiento de polvo. -Cumplir con las rutas de transporte del material establecidas en el Plan de Gestión Ambiental.	- Revisión de la medida por parte de un inspector.	- Revisión de la medida por parte de un inspector.	- Inspector del área de transporte o salud ocupacional.	-	Evitar la generación de polvo
Tránsito de camiones que movilizan material	Ruido	Contaminación sonora (Ruido provocado por el paso de vehículos pesados que movilizan material)	Ley 5395- Ley general de salud Decreto N° 28718- Reglamento para el control de contaminación por ruido Decreto N° 32692 - Procedimiento para la medición de ruido Decreto N° 10541 - Reglamento para el control de ruidos y vibraciones Decreto N° 1 - Reglamento general de seguridad e higiene del trabajo Decreto N° 25235 - Reglamento de seguridad en construcciones Decreto N° 26904 - Plan Nacional de salud ocupacional	- Utilizar las rutas de movilización establecidas en este estudio - En época seca los vehículos que transportan materiales deberán conducir a bajas velocidades por las rutas establecidas, de manera que en las calles de lastre, se reduzca el levantamiento de polvo.	- Revisión de la medida por parte de un inspector.	- Revisión de la medida por parte de un inspector.	- Inspector o Regente Ambiental.	--	Provocar la menor afectación posible a la población producto del tránsito de vehículos



Cuadro 9.9. Resumen de medidas ambientales establecidas para prevenir, compensar o mitigar los impactos producidos por el proyecto (Continuación)

Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Legislación ambiental aplicable	Mitigación de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo	Síntesis de compromiso ambiental
Uso de maquinaria para la hinca de tablestacas	Ruido	Contaminación sonora (Ruido provocado por la hinca de tablestacas)	Ley 5395- Ley general de salud Decreto N° 28718- Reglamento para el control de contaminación por ruido Decreto N° 32692 - Procedimiento para la medición de ruido Decreto N° 10541 - Reglamento para el control de ruidos y vibraciones Ley 6727 - Ley sobre riesgos del trabajo Decreto N° 1 - Reglamento general de seguridad e higiene del trabajo Decreto N° 25235 - Reglamento de seguridad en construcciones Decreto N° 26904 - Plan Nacional de salud ocupacional	- Delimitar y señalar adecuadamente el área de trabajo. - Los equipos y unidades deben tener mantenimiento oportuno y adecuado para minimizar ruidos de motores, chasis y acoplados. - Evitar concentrar las actividades de trabajo que requieren el uso de equipos más ruidosos en un mismo lugar, esto para reducir la magnitud de los ruidos molestos a los vecinos. - Exigencia a los trabajadores del uso de protección auditiva (orejeras o tampones) cuando estén trabajando cerca de una fuente emisora de ruido significativo. - Realizar monitoreo de los niveles de presión sonora durante la etapa de hincado de tablestacas, con el fin de verificar que los niveles de presión sonora son inferiores a los establecidos en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido, Decreto N°28718-S del Ministerio de Salud. - En los casos en que existan viviendas a menos de 10m del área ruidosa, deberán colocarse barreras antirruído.	- Intensidad del nivel del ruido	- Por cada actividad de trabajo, deberá monitorearse de manera constante el nivel de ruido con sonómetro.	- Inspector o Regente Ambiental.	- Sonómetro (\$280) - Calibrador del sonómetro (\$200) - Barrera antirruído (\$250/m2).	Producir la menor afectación a la población y los trabajadores por el ruido que generen las distintas actividades del proyecto
Construcción de canal de Tránsito, Desvío y ampliación del canal Japdeva (Río Limoncito - Canal Santa Rosa) - descuaje y tala de árboles y vegetación, construcción de caminos y colocación de material extraído en las márgenes	Humedal y zonas alrededor	Alteración de las condiciones existentes en la zona del refugio y alrededores	Ley Orgánica del ambiente Ley 5395- Ley general de salud Decreto N° 28718	Uso de maquinaria adecuada para la excavación, y en muy buen estado. Correcta disposición final del material excavado; deben dejarse espacios libres cada 100 metros con un ancho entre 5 y 10 metros, ya que por su condición al inundarse el área en un evento extremo, podrían derrumbarse. Colocar el material de forma que sea estable y no se deslice	Tipo y estado físico de la maquinaria. Forma y técnica de apilamiento del material.	Durante de la actividad.	Empresa constructora y SENARA.	a) \$ 1000 por mes de la persona encargada de la vigilancia de la disposición correcta de los suelos	Disminuir el impacto que el proyecto tiene sobre las márgenes del Refugio
Proceso total de construcción	Agua superficial	Obstrucción de las vías paralelas al Río Limoncito impidiendo el paso regular del camión recolector, por lo que la población podría preferir tirar la basura al río	Ley 8839 Ley de gestión integral de residuos Decreto 36093- Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios Decreto ejecutivo 37567 - Reglamento general a la ley de gestión integral de residuos	Hacer un plan para el manejo de residuos de las viviendas durante la etapa constructiva	No presencia de basura en los ríos	Inspección visual	Regente ambiental y Empresa constructora		Evitar la contaminación del río Limoncito y el canal Santa Rosa



Cuadro 9.9. Resumen de medidas ambientales establecidas para prevenir, compensar o mitigar los impactos producidos por el proyecto (Continuación)

Acción impactante	Factor impactado	Impacto	Legislación ambiental aplicable	Mitigación de prevención, mitigación o compensación	Indicadores	Monitoreo	Quién	Costo	Síntesis de compromiso ambiental
Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna terrestres	Afectación de la flora y fauna por acumulación periódica de sedimentos	Ley Forestal - Ley 7575 Decreto °25721 - MINAE - Reglamento de ley Forestal	Dar mantenimiento y protección a los árboles reforestados Sembrar vegetación en los taludes de los cauces y los montículos de suelo para disminuir la erosión Utilizar únicamente los caminos que se dejarán en los márgenes de los cauces para ingresar y trabajar y no cortar árboles existentes en la zona	*Cantidad, tipo y localización de los árboles reforestados. *Cantidad de cobertura vegetal que sobrevive en los taludes	Control mensual durante 1 año para la siembra y monitoreos cada 6 meses por 4 años.	Empresa Constructora, Comisión de Seguimiento.	\$ 150 por día del profesional contratado para control de reforestación. \$ 30000 para la compra y siembra de la vegetación	Recuperar las zonas ribereñas
Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Desarrollo hábitats acuáticos aptos para vectores de enfermedades (dengue, malaria)	Ley 5395- Ley general de salud	Dar mantenimiento a los cauces para garantizar que exista un flujo continuo de agua sin que se creen pozos estancados	* Frecuencia de mantenimiento de los canales * Verificación de flujo continuo de agua	a) Durante el diseño y la construcción se debe garantizar el flujo constante. B) Realizar limpieza dos veces al año.	Comisión de seguimiento.	a) \$ 150 por día del profesional contratado. B) \$2500 cada limpieza.	Evitar la aparición de enfermedades
Operación y mantenimiento de obras de canalización	Flora y fauna acuáticas	Aumento de accesibilidad para pescar en el Refugio por los caminos aledaños a los canales	Ley Forestal - Ley 7575 Decreto °25721 - MINAE - Reglamento de ley Forestal	Reforestación de la zonas que no se vallan a utilizar para el ingreso de maquinaria a realizar mantenimiento del Canal. Barreras (portones) y vigilancia periódica para limitar el paso hacia el Canal por las vías para realizar el mantenimiento y limpieza, así evitar el ingreso para deforestar y cazar en el área.	A) Cantidad, tipo y localización de los árboles reforestados. B) Tipo de barreras utilizadas. Periodicidad de vigilancia	A) Control mensual durante 1 año para la siembra y monitoreos cada 6 meses por 4 años. B) Garantizar las barreras durante la operación del proyecto	Regente Ambiental, SENARA y Comisión de Seguimiento.	A) \$ 150 por día del profesional contratado para control de reforestación. B) \$ 300 de cada portón C) el costo de la vigilancia debe ser asumido por una institución de la Comisión de Seguimiento	Disminuir la accesibilidad al Refugio



SECCIÓN 10. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

INTRODUCCIÓN AL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

A continuación, se presenta el Plan de Gestión Ambiental que incluye el conjunto de los siguientes planes:

- 10.1 Plan de manejo de residuos (En esta sección se incluye un resumen de este Plan, la versión completa se presenta en el Anexo 6).
- 10.2 Plan de monitoreo
- 10.3 Plan de contingencias ante amenazas naturales.
- 10.4 Plan de restauración y reforestación.
- 10.5 Plan de obras de mitigación y compensación. (En esta sección se incluye un resumen de este Plan, la versión completa se presenta en el Anexo 6).
- 10.6 Plan de seguridad y salud ocupacional (En esta sección se incluye un resumen de este Plan, la versión completa se presenta en el Anexo 6).
- 10.7 Plan de seguimiento y supervisión.
- 10.8 Plan de capacitación local.
- 10.9 Plan de comunicación y consulta.
- 10.10 Plan de los mecanismos de atención de reclamos.

No se incluye un plan de mitigación para el área protegida afectada pues se recomienda no realizar las obras propuestas dentro del Refugio Nacional Mixto de Vida Silvestre Limoncito (RNMVSL) y así reforzar lo establecido en la Actualización del Plan de Manejo del RNMVSL.



10.1 PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS

10.1.1 Generalidades

El presente Plan de Manejo de Residuos debe ser aplicado para la fase de construcción y operación del proyecto de Control de Inundaciones en el Río Limoncito. En este Plan se describen los procedimientos a utilizar para el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos generados en estas fases.

10.1.2 Identificación de Residuos Sólidos

En el desarrollo del proyecto se pueden generar diferentes tipos de residuos, que son los residuos ordinarios y los residuos especiales.

10.1.3 Manejo de los Residuos Sólidos Ordinarios

La gestión de los residuos ordinarios comprende los lineamientos a seguir para el adecuado manejo de estos durante las **fases de construcción y operación**.

10.1.4 Manejo de los Residuos Sólidos Especiales

La gestión de este tipo de residuos comprende los lineamientos generales relativos a la generación, manipulación, transporte y disposición final o tratamiento de los diferentes tipos de residuos especiales que se generarán en el proyecto como:

- Manejo de lodos
- Manejo de escombros por demolición de puentes
- Manejo de restos orgánicos producto de la corta de árboles

10.1.5 Manejo de Residuos Líquidos

Durante la fase de construcción, se identificó la generación de algunos residuos líquidos que se deben manejar de manera adecuada para evitar cualquier tipo de contaminación en los ríos o en los alrededores del sitio de trabajo. Los residuos líquidos identificados son:

- Manejo de desechos líquidos de baños portátiles
- Manejo de gasolinas y aceites

La identificación y el manejo de los diferentes tipos de residuos se encuentra en el documento del Plan completo, disponible en el Anexo 6.



10.2 PLAN DE MONITOREO

10.2.1 Sistemas Acuáticos y Terrestres

1. Mantener un monitoreo sobre la cantidad de sedimentos arrastrados por los cauces y valorar una posible afectación hacia el ecosistema marino, o lugares donde se dará la desembocadura de esos canales. El valor máximo de turbidez que debe permitirse es 100 UNT para la protección de las comunidades acuáticas según el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales (# 333903-MINAE-S).
2. Mantener un monitoreo de aguas, que permita evidenciar la calidad de las aguas antes y después del proyecto, dentro de los parámetros a medir están los físico-químicos y biológicos. Dentro de los índices de calidad de aguas más utilizados para medir la calidad del agua están:
 - El WQI (Water Quality Index), el cual permite evaluar las variables de Oxígeno Disuelto (OD), coliformes fecales, pH, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Nitratos (NO_3), Fosfatos (PO_4), temperatura, turbidez y sólidos totales, además este índice permite valorar la físico-química de los ecosistemas acuáticos.
 - El BMWP (Biological Monitoring Working Party), el cual involucra macroinvertebrados como bioindicadores de calidad de aguas, conjuntamente a dicho índice, se deberán involucrar especies utilizadas como indicadores de calidad de aguas, como podría ser la fauna acuática como peces, reptiles y anfibios.

Estos monitoreos de los cuerpos de agua dulce con bioindicadores e indicadores físico-químicos, deben ser utilizados como sistema de alerta temprana ante efectos deletéreos sobre el ecosistema acuático y como control sobre el estado de conservación de los cuerpos de agua continentales en general.

3. Se considera importante realizar monitoreos periódicos, al menos dos muestreos anuales (tomando en cuenta la época de menor precipitación y la época de mayor precipitación).

10.2.2 Calidad del aire

1. Monitoreo del mantenimiento de los vehículos y maquinaria

Se solicitará la documentación referente al mantenimiento de los vehículos y de la maquinaria que operen en la obra, incluyendo la revisión técnica (Riteve) de los camiones y cualquier vehículo que se le solicite.



2. Calidad del aire en el lugar de trabajo

Las actividades constructivas que impactarán en la calidad del ambiente, principalmente por la dispersión de partículas y polvo, son las actividades de movimientos de tierra, tala de árboles y transporte del material dragado. Sin embargo, debido a que el proyecto se llevará a cabo en un ambiente abierto, y que las maquinarias se movilizarán, el monitoreo de la calidad del aire será únicamente la revisión de los puntos de mitigación por parte de un inspector o Regente Ambiental.

10.2.3 Ruido

1. Monitoreo del mantenimiento de los vehículos y maquinaria

Se solicitará la documentación referente al mantenimiento de los vehículos y de la maquinaria que operen en la obra, incluyendo la revisión técnica (Riteve) de los camiones y cualquier vehículo que se le solicite.

2. Medición de la intensidad del ruido en las áreas de trabajo

Se deberá medir la intensidad del ruido en el lugar de trabajo, mediante un sonómetro. Y debe capacitarse al personal para el uso de este instrumento.

El **sonómetro** es un equipo que permite cuantificar objetivamente el nivel de presión sonora. En esencia se compone de un elemento sensor primario (micrófono), circuitos de conversión, manipulación y transmisión de variables (módulo de procesamiento electrónico) y un elemento de presentación o unidad de lectura (pantalla) (Figura 10.2.1).

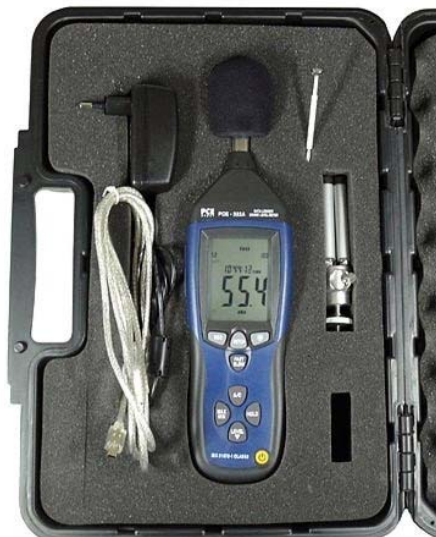


Figura 10.2.1 Sonómetro

Fuente: http://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-de-medida/medidor/sonometro-pce-instruments-son_metro-pce-322a-det_93858.htm



Requisitos para la medición del ruido

- a) Identificar y ubicar el sitio donde se realizarán las mediciones periódicas de cada frente de trabajo.
- b) Contar con equipo de medición (sonómetro) y su respectivo calibrador.
- c) Las mediciones de ruido deben ser efectuadas por el inspector o Regente Ambiental del proyecto (Capacitado en el uso de este instrumento).
- d) Las mediciones deberán realizarse para cada tipo de actividad: talado de árboles, limpieza y extracción de material de los cauces o canales, apilamiento del material en los márgenes de los ríos o canales, hincado de tablestacas, colocación de bloques articulados de concreto, demolición de estructuras, hincado de pilotes para puentes, construcción de puentes, transporte de materiales, y cualquier otra actividad que se considere ruidosa. Por cada actividad, se realizarán 2 mediciones en 2 horas de trabajo.
- e) La duración de cada medición es de 5 minutos. Debe realizarse una lectura cada 15 segundos, teniéndose al final al menos 15 mediciones y anotarse los resultados correspondientes en el siguiente formulario:



Boleta para realizar las Mediciones de Ruido									
Nombre del operador: _____									
Fecha de medición: _____									
Hora de inicio de medición: _____					Hora final de la medición: _____				
Sitio de medición: _____									
Identificación del Sonómetro (Código): _____									
Filtro de ponderación usado: <input type="checkbox"/> dB(A) * <input type="checkbox"/> dB(B) <input type="checkbox"/> dB(C)									
Respuesta del Instrumento: <input type="checkbox"/> S: Slow <input type="checkbox"/> F: Fast <input type="checkbox"/> I: Impulse <input type="checkbox"/> P: Pick									
Valores de las mediciones:									
Valor mínimo: _____			Valor máximo: _____				Valor promedio: _____		
Calibración del instrumento: <input type="checkbox"/> Antes de medir <input type="checkbox"/> Durante la medición									
Maquinaria en operación: _____									
Estado del tiempo: _____									
Observaciones: _____									

Figura 10.2.2 Boleta para realizar las mediciones de ruido

- f) Anotar el valor mínimo, máximo y promedio de todos los valores.
- g) Anotar el tipo de maquinaria que se encuentra funcionando, el estado del tiempo y observaciones extra.

Cabe mencionar que las mediciones no se solicitan exhaustivamente, pues no habrá un cambio progresivo en la cantidad de maquinaria, sino que su uso será una constante. En caso que haya un cambio o un aumento en la cantidad de maquinaria para una determinada actividad, deberán realizarse más mediciones de ruido para estas actividades.



10.3 PLAN DE CONTINGENCIA ANTE AMENAZAS NATURALES

10.3.1 Generalidades

A continuación se proponen una serie de medidas y lineamientos, en pro de crear protocolos y líneas de acción respecto del proceder en caso de un evento que procure una amenaza natural.

Sobre la línea de la prevención, la mayor parte de las recomendaciones posibles forman parte de los lineamientos técnicos constructivos a los que debería ajustarse el proyecto de acuerdo a la legislación nacional. El diseño de las obras debe ser sismo-resistente, con periodos de retorno de 25 a 50 años acorde a la importancia del proyecto. Las obras de concreto tales como vertedores y puentes además deben cumplir con grosores especiales de recubrimiento para garantizar que la abrasión del cauce no cree un camino hasta la estructura de acero. Las fundaciones de todas las obras masivas deben contemplar la posibilidad de trazas de suelos licuables; especialmente aquellas altamente susceptibles a movimiento o volcamiento como lo son los puentes.

A continuación según el tipo de evento se presentan algunas medidas de contingencia y mitigación.

10.3.2 Inundación

El proyecto en sí mismo corresponde a una medida de prevención y reducción, pues busca controlar mediante una serie de desviaciones y redistribuciones el potencial de la escorrentía superficial que provoca inundaciones afectando a la población de la zona. Sin embargo el mismo tiene una capacidad limitada que podría verse sobrepasada en un evento extremo que supere el periodo de retorno para el cual fue diseñada la obra; por ello la población siempre debe estar alerta a eventos extremos tales como tormentas tropicales y huracanes.

Dado que el proyecto se concibe como la respuesta a un problema de inundación y manejo de escorrentía, la instrumentalización de la cuenca y el proyecto permitiría monitorear la eficiencia y eficacia del proyecto así como establecer correlaciones detalladas y explícitas entre los hietogramas, los hidrogramas y los patrones de inundación. Con estas correlaciones se podría sectorizar tramos del río para sistemas de advertencia temprana y específica, así como facilitar la determinación de lugares críticos para futuros proyectos. El sistema de advertencia temprano puede ser útil también al proyecto, alertando a la maquinaria y el personal sobre crecientes peligrosas.

Con el fin de evitar que cambios en el uso del suelo en la zona montañosa incrementen significativamente la escorrentía superficial y por tanto reduzcan la efectividad del proyecto se recomienda, que el mismo, durante el periodo de gestión realice inversiones y proyectos tales como planes que manejo de cuenca en la cuenca alta del río Limoncito.

10.3.3 Sismos y Licuefacción

Sobre la línea de la atención durante un evento sísmico, las recomendaciones que se pueden emitir son comúnmente conocidas; tales como movilizarse a espacios abiertos,



alejarse de cosas que se puedan caer; sin embargo estos eventos suelen ser de corta duración.

Sobre la línea de la mitigación es decir la reducción y reparación de daños; es necesario especialmente por la combinación sismo-licuefacción realizar rigurosas inspecciones, después del sismo, en busca de daños estructurales o desplazamiento en los cimientos.

10.3.4 Erosión

Este proceso puede darse en cualquier tramo donde se encuentre el suelo descubierto per es especialmente crítico en los tramos que han de quedar en talud natural. Siendo este un proceso paulatino su manejo radica principalmente en la preservación de la cobertura natural en las zonas boscosas, y la limpieza en los bordes del canal. Además aquellos tramos en donde el análisis hidráulico evidencie que se pueden alcanzar velocidades superiores a los $0,5 \text{ m/s}^2$, deberían ser sometidos a procesos de revegetación para minimizar el potencial impacto del proceso erosivo.

10.3.5 Deslizamiento

Debido a la velocidad en que ocurren estos eventos durante ellos la recomendación es movilizarse lejos de las zonas de pendiente.

De acuerdo al análisis geomecánico los tramos en talud natural tienen una alta susceptibilidad a deslizamientos, que podría reducirse significativamente variando la pendiente de 1:1 a 1:3 como se señala en la sección 5.1.3. De ocurrir un deslizamiento local podrían producirse represamientos que generarían remansos, inundaciones y potenciales cabezas de agua. La susceptibilidad de los tramos que han de dejarse en talud natural podría ser reducida significativamente mediante una revegetación adecuada.



10.4 PLAN DE RESTAURACIÓN Y REFORESTACIÓN

A continuación se mencionan los aspectos más importantes a considerar para el proceso de restauración y reforestación del área del proyecto:

1. Desarrollar un proceso de reforestación mediante el cual se utilicen árboles en avanzado estado de desarrollo (2 a 4 metros de altura), asegurando el éxito de los mismos y disminuyendo el mantenimiento y la mortalidad.
2. Se aconseja sembrar especies nativas de tamaño mediano, con el fin de facilitar el mantenimiento de los mismos. Ver lista de especies recomendada en la Sección 6.1.2, Cuadro 6.1.2.6: Especies recomendadas para reemplazar la vegetación a remover en los cursos de agua de la cuenca baja del Río Limoncito.
3. Se debe de tomar en cuenta que el conjunto o grupo de vegetación, es más importante que los árboles individuales, por lo que en vez de sembrar árboles aislados, se deben mantener las poblaciones semejantes o superiores a las que habían previamente a la fase constructiva. En las zonas riparias pueden ocurrir formaciones monoespecíficas de sangrillo, cativo, sotacaballo o carne asada. Por lo que deberían sembrar parches de algunas de estas especies en las áreas más cercanas al cauce. Mientras que en zonas más alejadas se recomienda sembrar una mayor diversidad de especies.
4. Reemplazar la vegetación que se pierda con los trabajos realizados a los cauces debe ser iniciada tan pronto sea factible. Dentro de lo posible es ideal que las especies que se siembren sean nativas de la región y la zona de vida (Bosque Húmedo Tropical y Bosque Muy Húmedo Premontano transición a basal). Además que por su modo de crecimiento no afecten la infraestructura a ser instalada.
5. No sembrar especies exóticas como Laurel de India (*Ficus benjamina*) debido a que sus raíces dañan calles y aceras y estas pueden crecer sobre roca y cemento, por lo que el mantenimiento de obras requeriría una inversión de mano de obra más intensa. Tampoco se aconseja sembrar especies como manzana rosa (*Syzygium jambos*) o manzana de agua (*Syzygium malaccense*) debido a que son especies invasivas agresivas que pueden colonizar espontáneamente, ecosistemas poco intervenidos.
6. Especies ampliamente usadas en arboricultura como casuarinas (*Casuarina* sp.), eucaliptos (*Eucalyptus* sp.) y pinos (*Pinus* sp.) deben evitarse debido a que alteran las condiciones químicas del suelo y constituyen hábitats pobres para la flora y fauna nativos.
7. Entre las especies recomendadas, en áreas urbanas por su porte, valor paisajístico y características ecológicas están: huevos de caballo (*Stemmadenia donnell-smithii*), el jícaro de playa (*Amphitecna latifolia*), roble de sabana (*Tabebuia rosea*), muñeco (*Cordia bicolor*), sotacaballo (*Zygia longifolia*), guácimo (*Guazuma invira*), guácimo colorado (*Luehea seemannii*), caimito (*Chrysophyllum cainito*), uva de playa (*Coccoloba uvifera*), y majagua (*Talipariti tiliaceum*) entre otros. En áreas agrícolas o de crecimiento secundario se pueden sembrar especies de portes mayores como el



orey (*Campnospermapanamensis*), jobo (*Spondiasmombin*), lechoso (*Couma macrocarpa*), guayacán (*Tabebuia guayacan*), popenjoche (*Pachiraaquatica*), laurel (*Cordia alliodora*), amarillón (*Terminaliaamazonia*), pilón (*Hyeronima alchorneoides*), cativo (*Prioria copaifera*), Sangrillo (*Pterocarpusofficinalis*), Campano (*Sacoglottis trichogyna*) entre otros. Para una lista más detallada ver cuadro 6.1.4-6.



10.5 PLAN DE OBRAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN

En este Plan se incluyen las medidas de mitigación y compensación que se deben realizar para minimizar el impacto en los diversos componentes analizados: paisaje, sistemas acuáticos y terrestres, ruido, calidad del aire, además de una medida adicional al proyecto. En el Anexo 6 se presenta la versión ampliada de este Plan.

A continuación se destacan las medidas más importantes para cada componente:

10.5.1 Paisaje

- Habilitación de zonas recreativas aledañas existentes, equipándolas con mobiliario urbano para diferentes grupos etarios.
- Comprar tierras para nuevos espacios públicos en sitios estratégicos recomendados (Mapa).
- Habilitación de pequeñas porciones de tierra a lo largo del río: al menos 5 espacios de 3m equipados con mobiliario urbano para descanso y recreación.
- Implementación de pérgolas con vegetación a la orilla del río: colocación de pérgolas cubiertas con vegetación y acera, en espacios mayores a 3m. Para aportar sombra.

10.5.2 Sistemas acuáticos y terrestres

- Trasladar especies de fauna afectada durante el proyecto hacia hábitats similares.
- Recomendación: no talar árboles con características de porte, importancia biológica, valor paisajístico, altura y DAP importantes.
- Conservación de los flujos de agua, semejantes a las condiciones previas a la construcción del proyecto.
- No obstaculizar el desplazamiento de especies migratorias y otros organismos que transitan el agua dulce, zonas estuarinas y costeras.

10.5.3 Ruido

- Trazado de rutas para el movimiento de camiones y maquinaria (evitando el paso por áreas residenciales).
- Cumplir horario diurno (6:00am a 8:00pm) para las obras de construcción. Y no más de 8 horas de trabajo por trabajador.
- Cumplir con los Límites permitidos para los niveles de ruido según el "Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido, Decreto N°28718-S".
- Colocación de pantallas antirruído para los casos en que existan viviendas a menos de 10m del área de trabajo de la fase constructiva.

10.5.4 Calidad del aire

- Uso de mantedado para las tolvas de los vehículos que transportan material.
- En época seca humedecimiento de material para reducir el polvo por acción del viento, y reducción de la velocidad de conducción de los vehículos por calles de lastre.
- Mantenimiento adecuado de los vehículos (revisión técnica vehicular al día).
- Se prohíbe la quema de residuos.



10.5.5 Medida de compensación adicional al proyecto

- Construir una estructura para permitir un caudal mínimo (Ver **Sección 4 Marco Jurídico: Caudal ecológico**) en el tramo del río Limoncito entre la desviación actual hacia el canal Santa Rosa y la confluencia con la Quebrada Chinita (o Quebrada Sin Nombre).



10.6 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Para la constitución de este Plan de Seguridad y Salud Ocupacional, se tomaron en cuenta las siguientes regulaciones nacionales referentes al Código de Trabajo, Ley General de Salud, Ley sobre Riesgos del Trabajo, Reglamento de Control de Ruidos y Vibraciones, entre otras que se especifican más adelante.

Según el Artículo 273 de la Ley N° 6727: Ley sobre Riesgos del Trabajo (Reforma al Código de Trabajo), la salud ocupacional "tiene como finalidad promover y mantener el más alto nivel de bienestar físico, mental y social del trabajador en general; prevenir todo daño causado a la salud de éste por las condiciones del trabajo; protegerlo en su empleo contra los riesgos resultantes de la existencia de agentes nocivos a la salud; colocar y mantener al trabajador en un empleo con sus aptitudes fisiológicas y psicológicas".

La seguridad y salud ocupacional están en función del control de los riesgos y comportamientos inseguros. Con esto se busca reducir los daños y accidentes en el lugar de trabajo, resultado de lesiones y enfermedades crónicas y agudas. La clave para reducir al mínimo los efectos adversos asociados a riesgos en el trabajo, es: prevenir, identificar, evaluar y controlar dichos riesgos. Tomando en cuenta siempre que los riesgos presentes en las actividades de construcción, dependen del tipo de actividad que se realiza.

El Plan de Seguridad y Salud Ocupacional se encuentra ampliado en el Anexo 6, donde se mencionan las disposiciones mínimas de seguridad ocupacional que deben cumplirse, contemplando aspectos generales (para los patronos y trabajadores) referentes a: aspectos de salud; adecuado manejo de materiales, instrumentos y maquinaria; importancia de la seguridad en instalaciones temporales; higiene y protección individual según los riesgos de la actividad y señalización e iluminación adecuada en accesos y el área de trabajo en general. Así mismo, se describen aspectos específicos según la actividad que se esté realizando, tales como aquellas que generan ruido; aquellas que generen problemas de polvo y emisiones; las actividades de dragado y excavación de material; y las actividades de tala de árboles.

Con respecto al manejo de emergencias, es muy importante que se comunique previamente a los Centros de Salud de Limón, a los Bomberos, a la Fuerza Pública, a la Dirección General de Policía de Tránsito y a la Municipalidad de Limón, el inicio de las obras de construcción, cierre de vías y cualquier otro cambio en la actividad urbana, para que estén preparados frente a cualquier accidente u evento adverso que pudiera ocurrir. En la **Sección 7.3 Servicios de Emergencia** del presente EsIA se muestra el Mapa 7.3.1 con la ubicación de los centros de atención de emergencias junto con las rutas a seguir en caso de requerir la movilización hacia estos sitios en caso de requerirse.



10.7 PLAN DE SEGUIMIENTO Y SUPERVISIÓN

El Plan de seguimiento y supervisión constituye uno de los ejes del Plan de Gestión Ambiental, cuyo objetivo fundamental reside en verificar que la operación del proyecto se genere dentro de las normas legales, técnicas y ambientales pertinentes, minimizando los impactos y asegurando las buenas relaciones con la comunidad.

Para este Plan se plantea que el seguimiento y supervisión sea enfocado a la operación de las obras del sistema de control de inundaciones, lo anterior con fundamento en las siguientes razones:

- (i) La supervisión de la construcción de las obras, ya cuenta con una serie de instrumentos y mecanismos creados para la determinación del incumplimiento en su ejecución, ya sea éste en razón del no acatamiento de aspectos técnicos establecidos en los términos de referencia de la contratación o bien, en relación con la posible afectación ambiental y/o social generada por las obras.
- (ii) El funcionamiento efectivo del sistema de control de inundaciones no depende únicamente de la construcción de las obras, sino que requiere de una serie de acciones adicionales tanto a nivel interinstitucional como comunal, las cuales deberán ser implementadas de manera sostenida a lo largo de la operación del proyecto.

Con fundamento en lo anterior, el presente plan establece los aspectos que a nivel técnico resultan de especial cuidado con respecto a la supervisión de la operación de la obra así como las acciones que deben ser ejecutadas por las instancias supervisoras a efectos de garantizar el éxito del sistema a largo plazo.

Asimismo, se incluyen una serie de aspectos que si bien, no están relacionados directamente con la operación de la obra, constituyen una guía con respecto a las acciones que se deben desarrollar de forma paralela para lograr mejorar las condiciones sociales y ambientales en el área de impacto del proyecto.

10.7.1 Aspectos técnicos a considerar para el seguimiento y supervisión del sistema de control de inundaciones

Para que el proyecto funcione continuamente y correctamente después de su construcción, que el problema de inundaciones no aumente de nuevo, y la comunidad colabore y se involucre para darle sostenibilidad, es necesario darle seguimiento y supervisión a gran cantidad de aspectos técnicos:

Aspectos de la operación del proyecto

Cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental (que incluye aspectos de mitigación y compensación, y la generación de indicadores de control en gran cantidad de temas) en especial:

- Manejo de los desechos sólidos.
- Flora y fauna
- Paisaje
- Recreación



- Recuperación de ríos y quebradas para potenciar más usos, especialmente recreativos
- Educación ambiental y capacitación a la población
- Continua información a la comunidad.

Mantenimiento y control de operación de la infraestructura construida (vertedores y alcantarillas).

Mantenimiento y limpieza de los canales y ríos para no disminuir la capacidad hidráulica de las secciones transversales. Caso especial es el mantenimiento y limpieza del canal Santa Rosa, por ubicarse en el Refugio Nacional Mixto de Vida Silvestre Limoncito (RNVSL) y deben acatarse las indicaciones de la Actualización del Plan de Manejo.

Sistema de advertencia temprana.

Creación y cumplimiento de un Plan de manejo de la cuenca del río Limoncito.

Aspectos paralelos a la operación del proyecto

Construcción de un alcantarillado sanitario en la zona o mantenimiento de esta infraestructura en el caso de construirse de manera paralela a este proyecto (como debe serlo).

Construcción de un alcantarillado pluvial.

Aprobación y cumplimiento de la Actualización del Plan de Manejo del Refugio Nacional Mixto de Vida Silvestre Limoncito (RNVSL).

Creación, actualización y cumplimiento de Plan Regulador de Limón.

10.7.2 Instancias para el seguimiento y supervisión

El seguimiento y supervisión se plantean para la etapa de operación del sistema de control de inundaciones. La ejecución de acciones en este tema, requiere de la creación de una instancia que posea suficiente conocimiento técnico sobre el funcionamiento adecuado de las obras. De igual forma es de vital importancia que se cuente con ciertas competencias para la ágil realización de las acciones necesarias para ese funcionamiento.

Por esta razón, se considera pertinente la creación de una comisión integral que tenga a su cargo tanto la evaluación de la operación de las obras así como la coordinación con otras entidades para garantizar el buen funcionamiento de las mismas. Con base en lo anterior, se propone que la Comisión se encuentre conformada por un representante de las siguientes entidades:

- Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento (SENARA)
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)
- Municipalidad de Limón
- Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA)
- Proyecto Limón Ciudad Puerto
- Comunidad



- Ministerio de Salud (MINSA)

En el supuesto de que el alcantarillado sanitario se construya en forma paralela a este proyecto, (como se está recomendando), sería conveniente incluir a un representante del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA).

Algunos de estos miembros podrían ser los mismos que han integrado las comisiones planteadas para la atención de reclamos, a efectos de darle continuidad al proceso y aprovechar el conocimiento sobre el tema.

Importante es destacar que esta Comisión no estará destinada a la solución de inconformidades relacionadas con la operación del proyecto sino más bien a direccionar el accionar de las diferentes entidades competentes en conjunto con la comunidad a efectos de lograr que el proyecto funcione de la mejor manera posible y con ello, se disminuya el problema de las inundaciones en el área.

Por esta razón, será de suma importancia que dicha Comisión actúe en coordinación con los encargados de la ejecución del Plan de Capacitación Local en cuanto a aspectos de educación ambiental a la comunidad.



10.8 PLAN DE CAPACITACIÓN LOCAL (PCL)

En el caso del Plan de Capacitación Local (PCL) se propone un espacio para la información y educación de la población del Área de Impacto Directa (AID) respecto a las etapas que conforman el proyecto, por parte de la empresa constructora con supervisión del SENARA y el proyecto Limón Ciudad Puerto.

Este plan procura la conformación de conocimiento respecto a la propuesta constructiva, a sus implicaciones y las medidas de mitigación contempladas en el Estudio de Impacto Ambiental, lo que permitirá a las personas vecinas un mejor acercamiento, seguimiento y monitoreo de las condiciones de desarrollo del proyecto.

10.8.1 Objetivos del Plan de Capacitación Local

- Generar un espacio para el conocimiento de las personas habitantes del Área de Impacto Directa (AID) respecto al proyecto en sus etapas constructiva y operativa.
- Capacitar a las personas habitantes del AID en el seguimiento del proyecto durante sus etapas de ejecución, así como en el monitoreo de inundaciones que puedan afectar a las viviendas posteriormente.

10.8.2 Fases para su desarrollo

- Identificación del público meta al que se dirigirá el Plan de Capacitación Local como por ejemplo:
 - Líderes y lideresas comunales
 - Niños y jóvenes
 - Mujeres amas de casa
 - Padres y madres de familia
 - Ciudadanía en general
- Elaboración de la presentación del proyecto constructivo: "*Sistema de Control de Inundaciones en el área de Limoncito*" por parte del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento (SENARA) y la empresa a cargo de las obras.
- Capacitación de las personas habitantes del AID mediante talleres que permitan la conformación de nociones básicas sobre:
 - La etapa constructiva y sus efectos.
 - La etapa operativa y la necesidad de un adecuado manejo de los desechos sólidos para la conservación del entorno.
 - La importancia de dar seguimiento al desarrollo de estas etapas, a partir de las medidas de mitigación señaladas en el EslA y la conformación de un comité local.
 - El monitoreo de viviendas en las que persista los problemas de inundación posterior a la construcción de las obras por parte del comité local.
- Evaluación del Plan de Capacitación Local.



10.8.3 Áreas de acción del Plan de Capacitación Local

- **Capacitación** a actores clave de la localidad en los alcances que tiene el proyecto en sus distintas etapas de ejecución. Lo anterior permitirá la conformación de un comité local que se comprometa y supervise la labor de la empresa constructora, que a su vez sirva como agente interventor ante posibles anomalías e irregularidades que se presenten.
- **Seguimiento** del proceso constructivo y operativo por parte del Comité Local responsable de inspeccionar las acciones realizadas durante la etapa constructiva y operativa del proyecto; verificando que las medidas de mitigación diseñadas en el EsIA estén siendo tomadas en cuenta.
- **Monitoreo** por parte del Comité Local de aquellas viviendas que tiendan a presentar problemas de inundación posterior a la construcción de las obras y durante la etapa operativa del proyecto. Además, será necesario que verifique la aplicación de las medidas de mitigación.

10.8.4 Propuestas para su implementación

Para la implementación de este plan se deben realizar las siguientes actividades:

- Presentación del proyecto constructivo y sus diferentes etapas de funcionamiento a las personas habitantes del AID en general.
- Conformación de un Comité Local que esté dispuesto a capacitarse en el seguimiento y monitoreo del proyecto tanto para su etapa constructiva como operativa.
- Un taller de formación a las personas miembros del Comité Local para el seguimiento del proyecto por parte de la empresa constructora y el SENARA. Se trata de detectar áreas de satisfacción e insatisfacción alcanzadas con el proyecto, a partir de la percepción de las personas vecinas de la AID. Esta área de acción permitirá la realimentación de forma continua entre la población, la empresa constructora e instituciones públicas locales.
- Un taller de preparación a las personas miembros del comité local para el monitoreo de viviendas afectadas por inundaciones durante la fase operativa del proyecto. Se requiere identificar y evaluar las afectaciones y necesidades causadas por los posibles desbordamientos, por lo cual el Comité deberá trabajar de la mano con la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) y el SENARA, a partir de las medidas de mitigación contempladas en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto.
- Posteriormente, la empresa constructora en conjunto con el SENARA y el proyecto Limón Ciudad Puertodeberá otorgar un certificado de participación a aquellas personas que asistieron a los talleres de formación y monitoreo, quienes contarán con nociones fundamentales sobre el proyecto constructivo, su operación y las medidas de mitigación requeridas para el manejo ambiental.



10.9 PLAN DE COMUNICACIÓN Y CONSULTA (PCC)

El Plan de Comunicación y Consultas sugiere la forma mediante la cual la empresa constructora con supervisión del SENARA y el proyecto Limón Ciudad Puerto deberán comunicar a la población que habita en el Área de Impacto Directa (AID) del proyecto, respecto a información pertinente sobre el mismo.

Con este procedimiento se pretende garantizar la comunicación de las condiciones de desarrollo del proyecto y las consecuentes medidas de mitigación de impactos. De esta manera se pretende facilitar la participación de los habitantes en la identificación y control de dichas medidas.

De tal forma la implementación del plan por parte de la empresa constructora permitirá mantener permanentemente informada a la población que sea afectada y/o beneficiada por las obras realizadas durante la fase constructiva.

10.9.1 Objetivos del Plan de Comunicación y Consulta

- Establecer un proceso de divulgación, consulta y participación entre las personas habitantes del Área de Impacto Directa (AID), la empresa constructora y el Senara sobre el proyecto.
- Informar a la población del AID sobre las condiciones de seguridad y salud en que se llevará a cabo el proyecto constructivo en sus diferentes etapas, lo que posibilita la participación de la población en el seguimiento y monitoreo del proceso.

10.9.2 Fases para su desarrollo

- Identificación del público meta al que se dirigirá el Plan de Comunicación y Consulta como por ejemplo:
 - Líderes y lideresas comunales
 - Niños y jóvenes
 - Mujeres amas de casa
 - Padres y madres de familia
 - Ciudadanía en general
- Determinación de actividades para lograr los objetivos planteados. Comprende:
 - Información relacionada con el proyecto a través de radio, panfletos, rótulos publicitarios, afiches, pizarras informativas, entre otros.
 - Reuniones periódicas con la comunidad para la educación, la capacitación y la sensibilización en conjunto con el Plan de Capacitación Local y el Plan de Educación Ambiental.
- Evaluación del Plan de Comunicación y Consulta

10.9.3 Áreas de acción del Plan de Comunicación y Consulta

- **Comunicación** de información relacionada con la realización de las obras constructivas que comprende el proyecto dentro del Área de Impacto Directa (AID). Como por ejemplo:
 - Objetivo del proyecto.



- Características de las obras.
 - Calendario, horarios y sectores donde se realizarán las obras.
 - Impactos que generará el proyecto y medidas para su mitigación y compensación.
 - Planes de gestión ambiental que debe implementar el proyecto.
 - Mecanismos para atención de quejas y reclamos.
 - Mecanismos para informar y comunicar a la comunidad.
- **Consulta** por parte de las personas habitantes del AID respecto a cualquier aspecto constructivo u operativo del proyecto. Las mismas pueden ser notificadas al comité local o la oficina de atención de reclamos, comunicación y consulta de la empresa constructora.

10.9.4 Propuestas para su implementación

- Es fundamental que de manera previa al inicio de la obra, la empresa constructora realice un proceso de información en el Área de Impacto Directa (AID) con el fin de avisar a la población sobre la fecha, lugar de inicio y demás aspectos relevantes sobre la etapa constructiva del proyecto.
- Durante la fase de construcción del proyecto la empresa constructora deberá abrir una oficina en el Área de Impacto Directa (AID), la cual sirva para atender las consultas que tenga la población respecto a cualquier aspecto relacionado con la construcción u operación del mismo. Las consultas realizadas pueden ser atendidas por vía telefónica, correo electrónico, personalmente y cualquier otro medio que responda a las características sociales de quienes habitan en la zona.
- Asimismo, durante la fase de construcción la empresa constructora deberá realizar actividades periódicas en la comunidad, garantizando la participación e información de la diversidad de sectores que la conforman. Estas pueden ser reuniones, ferias o festivales informativos, talleres y procesos participativos en general.
- Como complemento a las actividades de participación ciudadana, la comunicación de información sobre el proyecto también podrá ser transmitida por medio de pizarras informativas ubicadas en sitios clave de los barrios que integran el Área de Impacto Directa (AID) como por ejemplo EBAIS, estaciones de policía, instituciones educativas, CENCINAI, comercios, paradas de autobús, entre otros.
- Del mismo modo el proceso de comunicación permanente con la comunidad se podrá apoyar en la distribución de panfletos y volantes; así como en la realización de programas radiales periódicos y el perifoneo.



10.10 PLAN DE ATENCIÓN DE RECLAMOS

El Plan de Atención de Reclamos constituye un mecanismo a través del cual se pretende brindar un canal de comunicación entre los particulares beneficiados o afectados por el proyecto y las entidades a cargo de la ejecución y supervisión de las obras que se realicen como parte de la ejecución de las obras del sistema de control de inundaciones.

En el proceso de concepción del presente plan, se ha considerado de gran importancia el brindar un tratamiento integral a la atención de inconformidades en relación con el proyecto. Lo anterior de manera tal que se consideran dos aspectos fundamentales: (i) la posibilidad de que los particulares encuentren soluciones ante molestias específicas generadas por las obras del proyecto y (ii) la necesaria participación activa de la comunidad en la vigilancia sobre la debida ejecución de las obras.

El tomar en consideración estos aspectos, supone una estructura tanto más compleja que la requerida para la confección de un plan dirigido únicamente a la atención de reclamos. Asimismo, su implementación eficaz se encuentra sujeta en gran medida a que el Plan de Comunicación con la comunidad sobre el proyecto, sea ejecutado de manera exitosa.

A continuación se exponen las principales líneas sobre el plan de atención de reclamos y manifestación de inconformidades, así como algunos aspectos prácticos importantes en relación con el proceso planteado para ejecutar este mecanismo.

10.10.1 Sobre los reclamos e inconformidades a resolver

El análisis de los posibles reclamos e inconformidades a presentar, representa un insumo fundamental para la creación de un mecanismo que sea acorde con esa realidad y funcional tanto para los reclamantes como para las instancias solucionadoras.

Tomando como punto de partida la totalidad de impactos que podría generar el proyecto indicados por el equipo multidisciplinario a cargo de la realización del Estudio de Impacto Ambiental, se considera que para efectos del planteamiento de reclamos, éstos podrían agruparse en dos tipos:

- Aquellos provenientes de las molestias propias generadas a los particulares por el proceso constructivo.
- Aquellos de índole ambiental y/ o social cuyo origen es principalmente, la ejecución de la obra fuera de los parámetros técnicamente establecidos para ello.

Debido a que cada tipo de reclamo tiene efectos distintos, se propone un tratamiento diferenciado para cada uno de ellos, esto únicamente en lo que respecta a la entidad encargada de su análisis y final resolución. No se haría distinción en relación con la forma en la cual se presentan los reclamos. Así las cosas, se propone que los reclamos se agrupen en las siguientes dos categorías: (i) técnico-constructivo y (ii) ambiental-social.

Dentro de los **reclamos constructivos**, podrían incluirse aquellos provenientes de la ejecución normal de la obra, algunos ejemplos son los siguientes:

- Cierre de vías de acceso
- Molestias por ruido



- Contaminación del aire generada por polvo
- Malos olores
- Derrame de agua en las calles
- Demolición de los puentes construidos por los particulares
- Molestias por movilización de maquinaria y material
- Interrupción en el abastecimiento de servicios básicos
- Cambios en la flora y/o fauna del río
- Tala de árboles
- Traslado de la fauna
- Manejo de desechos sólidos

Los reclamos de índole **social-ambiental** constituyen una categoría más amplia que la anterior, la cual busca agrupar todas aquellas inconformidades sobre esos temas, que se presenten tanto al momento de ejecución de la obra como aquellas que podrían generarse a mediano plazo como consecuencia directa de la implementación del sistema de control de inundaciones.

Dentro de estos reclamos podrían incluirse las molestias por el cambio en el entorno del río e interrupción de las actividades que allí desarrolla la comunidad, también lo referente a la reforestación y recuperación del área de protección de los ríos.

Tal y como se puede apreciar, si bien estos tipos de reclamos se encuentran relacionados entre sí, sus efectos y formas de solución son distintos. Por esta razón, el tipo de reclamo será clave en este plan de atención puesto que va a ser determinante para quien vaya a ser la entidad encargada de conocerlo y resolverlo. A continuación se describirá con más detalle este tema.

10.10.2 Entidades concedoras de los reclamos

Dadas las distinciones planteadas anteriormente en relación con los tipos de reclamos, se propone que los mismos sean conocidos y resueltos por entidades distintas.

Debido a la posible complejidad de los asuntos a tratar, se pretende que estas entidades sean colegiadas y que cuenten con participación de diferentes sectores involucrados en el proyecto, a efectos de que se goce de la mayor representatividad posible.

Así las cosas, se formulan dos entidades para el conocimiento de los reclamos, según su tipo:

- **Comisión para reclamos constructivos:** podría estar constituida por un representante de la empresa que sea adjudicada para la construcción de la obra, un representante del Proyecto Limón Ciudad Puerto, un representante de la UTE-SENARA y un representante de la comunidad.
- **Comisión para reclamos sociales y ambientales:** estaría constituida por los mismos miembros de la comisión anterior, debiendo incluir al regente ambiental de la empresa que sea adjudicada para la construcción de la obra y un representante de SETENA y SINAC (este último perteneciente al área de conservación correspondiente).

Tal y como se indicó al inicio de este apartado, estas comisiones se presentan como entidades concedoras y solucionadoras de los reclamos presentados y en su actuar seguirán un proceso establecido (el cual se detallará más adelante) promoviendo al máximo la aplicación de los



mecanismos de resolución alterna de conflictos, esto con mayor intensidad en el caso de que la solución al reclamo no sea satisfactoria para el reclamante.

Ahora bien, resulta importante acotar que en caso de insatisfacción, los reclamantes se encuentran facultados para acudir a otras instancias según corresponda, puesto que la solución al reclamo por parte de alguna de las comisiones no genera cosa juzgada material en el asunto.

10.10.3 Proceso para la atención de reclamos

Para la atención de reclamos se proponen un proceso ágil con una duración máxima de 7 días hábiles. Este plan supone que las entidades concedoras de los reclamos, se reúnan al menos dos veces a la semana.

Indistintamente de la comisión que los conozca, la atención de los reclamos se hará siguiendo el principio de primero en tiempo, primero en derecho. Esto con la única excepción de aquellos que provengan de los miembros de la comunidad que cuenten con los credenciales señaladas en el último apartado de este plan.

Así las cosas, el procedimiento tendrá las siguientes etapas:

a. Recepción de reclamos

Los reclamos pueden ser planteados por cualquier persona física o jurídica que se vea directamente afectada por el desarrollo de las obras constructivas del sistema de control de inundaciones.

La empresa constructora a quien se le adjudique el proyecto deberá contar con una oficina para la atención de reclamos claramente identificada, la cual estará ubicada en el área de impacto del proyecto y tendrá un horario amplio que permita de facilitar el acceso a la misma, por parte de los ciudadanos reclamantes. En esta oficina, podrían encontrarse adicionalmente los responsables de la ejecución del Plan de Comunicación, del Plan de Capacitación Local e incluso los del Plan de Seguimiento y Supervisión; lo anterior siempre que exista una clara distribución de funciones entre ellos.

Los reclamos podrán ser presentados personalmente en esta oficina o remitidos a través de todos los medios tecnológicos que así lo faciliten: fax, correo electrónico o llamada telefónica. A efectos de uniformar la información para el trámite del reclamo se plantea el uso de una ficha para atención de reclamo, la cual deberá ser fácil de completar y podrá contener aspectos como los siguientes:

- Espacio para fecha y hora de recibido del reclamo.
- Nombre, cédula, dirección, teléfono, correo electrónico y medio para notificar del reclamante.
- Espacio para descripción del reclamo.
- Firma del reclamante y de quien recibe el reclamo.

El orden de análisis, atención y solución de los reclamos, será el mismo en que ingresen, por esta razón será de gran relevancia que se haga constar en la ficha de atención de reclamos, el día y la hora en el cual ingresan los mismos.

b. Conocimiento por parte de las Comisiones



Según corresponda de acuerdo con el tipo de reclamo, el mismo será conocido por alguna de las dos comisiones señaladas en la sección anterior.

La tipificación de los reclamos en alguna de las dos categorías será realizada en primera instancia por el reclamante, sin embargo, al momento del análisis una comisión podría determinar que es de conocimiento de la otra y trasladarlo a ella, siempre que lo justifique debidamente.

Dependiendo del reclamo concreto presentado, la Comisión que lo esté analizando podrá realizar una visita de campo con la finalidad de contar con elementos que permitan comprender mejor la situación que está afectando al particular y su mejor solución.

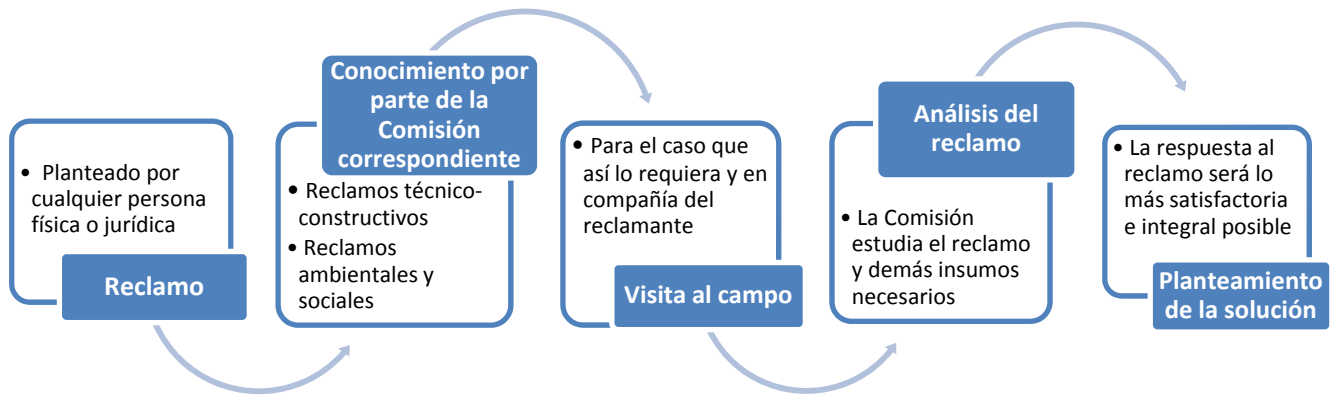
c. Análisis del reclamo

La Comisión podrá analizar el reclamo de inmediato o bien, una vez que se haya realizado la visita de campo. Es posible que la Comisión solicite al reclamante que asista al momento del estudio del caso para que brinde mayor detalle sobre el mismo.

d. Planteamiento de la solución al reclamo

Una vez analizado el reclamo, la Comisión procederá a plantear la mejor solución al mismo, para lo cual deberá considerar todas las reglas de la ciencia y la técnica aplicables, así como garantizar el respeto a los derechos fundamentales de los ciudadanos.

La respuesta al reclamo podría conllevar una negociación previa con el reclamante a efectos de encontrar una solución lo más satisfactoria e integral posible. Dicha respuesta deberá realizarse por escrito y ser comunicada al reclamante a través del mecanismo señalado en la ficha de atención de reclamo. En el siguiente diagrama se presenta una síntesis del proceso propuesto para la atención de reclamos:



10.10.4 La manifestación de inconformidades durante la ejecución de la obra: una forma de participación ciudadana activa a través de la fiscalización

La manifestación por parte de los ciudadanos de inconformidades en relación con la ejecución de la obra, es un supuesto que es necesario contemplar a partir del desarrollo del Plan de Capacitación Local.

Tomando como punto de partida el hecho de que a través del Plan de Capacitación Local, se pretende que los particulares cuenten con conocimiento de los aspectos más generales de la obra y de la forma en la cual se debe ejecutar, es posible que se generen reclamos en el supuesto de que la misma no es esté desarrollando acorde con lo indicado.

Debido a que estos reclamos sólo deberían provenir de particulares con conocimiento sobre el tema, es que se propone que al momento de que se ejecute el Plan de Capacitación Local, se genere algún tipo de credencial a las personas que asistieron a la totalidad de las capacitaciones y que cuenten con suficiente información al respecto.

Este credencial, le permite a estas personas aplicar la excepción al principio establecido para la atención de reclamos (primero en tiempo, primero en derecho), brindando la posibilidad de que acudan directamente a la Comisión de reclamos ambientales y sociales para denunciar las anomalías detectadas.

La resolución sobre estas anomalías deberá ser lo más expedita posible, de manera tal que se haga en un plazo de máximo de 3 días hábiles, con posibilidad de extenderlo a 5 días hábiles por una única vez y sólo en el supuesto de que la complejidad del caso concreto así lo amerite.

Lo referente a la supervisión de los aspectos de operación del sistema de control de inundaciones, se encuentra establecido en el Plan de Seguimiento y Supervisión, el cual prevé la conformación de una Comisión que se encargará del monitoreo sobre las acciones necesarias para el adecuado funcionamiento de las obras, la cual podría estar constituida por algunos de los miembros propuestos para aquellas creadas a través del presente Plan.



SECCIÓN 11. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

11.1 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Cuadro 11.1. Cronograma de ejecución

Medidas	Meses												Comentario			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Contratar un regente																
Trampa de sedimentos																Utilización durante intervención de cada canal o río
Monitoreo físico químico (Turbiedad)																Utilización durante intervención de cada canal o río
Desarrollo de un plan de reforestación de árboles de 2 a 4 m de altura																Debe hacerse desde el inicio del proyecto.
Reubicación de fauna localmente afectada																Se indica un mes antes del inicio de la excavación en ríos y canales.
Realización de Biomonitorio																
Realizar siembra de árboles de las márgenes del río																
Colocación de portones en zonas de acceso a las obras en las zonas cerca al Refugio																Al finalizar obras en el Canal Japdeva y canales de desvío y trasvase.
Contratación de un profesional para vigilancia técnica del manejo, disposición y tratamiento (si es necesario) de material excavado.																Utilización durante intervención de cada canal o río
Contratación de un arqueólogo durante movimientos de suelo																Utilización durante intervención de cada canal o río
Educación ambiental e información para la población.																Durante la construcción del proyecto.
Revisión y mantenimiento de equipos (mecánico más repuestos)																Durante la construcción del proyecto.



Cuadro 11.1. Cronograma de ejecución (Continuación)

Medidas	Meses																		Comentario	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6		
Siembra de vegetación para disminuir erosión en taludes naturales complementario a la siembra de árboles (Ejm.: zacate vetiver).																				
Colocar señalización en el proyecto																				Durante la construcción del proyecto.
Medición de niveles de sonido																				Durante la construcción del proyecto, como se indica en el Plan de Monitoreo.
Capacitación de personal en materia de ahorro energético																				
Creación de espacios de recreación y compra de tierras para la construcción de parques para compensar la desaparición de las áreas recreativas en los cauces.																				La compra se puede hacer al inicio y la construcción durante el último semestre.
Construcción de pérgolas y aceras																				
Colocación de pantallas para ruido																				



11.2 COSTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL

Cuadro 11.2. Costos de gestión ambiental

Medidas	costo \$/unidad		cantidad/actividad	Total (\$)
Contratar un regente	1000	18	meses	18000
Trampa de sedimentos	200	18	unidades	3600
Monitoreo físico químico (Turbiedad)	12	80	cantidad	961
Desarrollo de un plan de reforestación de árboles de 2 a 4 m de altura	2000	1	consultoría	2000
Reubicación de biota localmente afectada	30000	1	actividad	30000
Realización de Biomonitoreo	6000	3	cantidad	18000
Realizar siembra de árboles de las márgenes del río	118000	1	actividad	118000
Colocación de portones en zonas de acceso a las obras en las zonas cernas al refugio	300	8	unidades	2400
Contratación de un profesional para vigilancia técnica del manejo del material excavado	9000	1	consultoría	9000
Contratación de un arqueólogo durante movimientos de suelo	2000	9	consultoría	18000
Educación ambiental e información para la población.	2000	5	cursos	10000
Revisión y mantenimiento de equipos (mecánico más repuestos)	1500	18	meses	27000
Compra de plástico para proteger los montículos de suelo	2000	1		2000
Siembra de vegetación para disminuir erosión en taludes naturales complementario a la siembra de árboles (Ejm.: zacate vetiver).	30000	1	actividad	30000
Colocar señalización en el proyecto	10000	1	actividad	10000
Medición de niveles de sonido	720	1	actividad	720
Contratación de un profesional para controlar el proceso de reforestación	150	20	visita	3000



Cuadro 11.2. Costos de gestión ambiental (Continuación)

Medidas	costo \$/unidad		cantidad/actividad	Total (\$)
Creación de espacios de recreación (1 piscina, 3 ranchos, bancas) y compra de tierras para la construcción de parques para compensar la desaparición de las áreas recreativas en los cauces.	193000	1	actividad	193000
Construcción de pérgolas y aceras en las márgenes de los cauces	426000	1	actividad	426000
Colocación de pantallas para ruido	800	50	actividad	37500
			Total	959181



SECCIÓN 12. PLAN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL(PEA)

El Plan de Educación Ambiental (PEA) es un mecanismo que busca brindar una estrategia de sensibilización, educación y capacitación en temas ambientales, a quienes habitan en el Área de Impacto Directa (AID) del proyecto.

Este plan se ha hecho considerando la importancia de mejorar progresivamente la calidad de vida de la población, así como también la calidad del medio ambiente, el paisaje urbano y natural. Lo anterior implica contar con técnicas que estimulen la participación activa e involucramiento de actores clave durante todo el proceso de su desarrollo. Esto garantizará la ejecución del plan y el cumplimiento satisfactorio de los objetivos planteados.

A continuación se presentan dichos objetivos, así como también las fases para lograrlos, áreas de acción o trabajo del Plan de Educación Ambiental (PEA) y algunas propuestas para su implementación considerando las particularidades sociales del Área de Impacto Directa (AID) del proyecto.

12.1 Objetivos del Plan de Educación Ambiental (PEA)

- Sensibilizar a las personas habitantes del Área de Impacto Directa (AID) del proyecto respecto a las problemáticas ambientales que les afectan y el valor de los ecosistemas naturales que les rodean.
- Involucrar activamente a las personas habitantes del Área de Impacto Directa (AID) en el mejoramiento de los problemas ambientales que les afectan.
- Generar a largo plazo un ambiente saludable para las personas habitantes del Área de Impacto Directa (AID).

12.2 Fases para su desarrollo

- Identificación de problemas y soluciones ambientales que se abordarán en el Plan de Educación Ambiental (PEA).
- Identificación del público meta al que se dirigirá el Plan de Educación Ambiental (PEA) como por ejemplo:
 - Líderes y lideresas comunales
 - Niños y jóvenes
 - Mujeres amas de casa
 - Padres y madres de familia
 - Ciudadanía en general
- Identificación de actores clave como apoyo a la implementación del Plan de Educación Ambiental (PEA) como por ejemplo:
 - Empresa constructora
 - Proyecto Limón Ciudad Puerto
 - Gobierno local
 - Ministerio de Salud
 - Personal a cargo del Refugio de Vida Silvestre Mixto Limoncito
 - Comercios
 - Organizaciones no gubernamentales presentes
 - Instituciones educativas



- Organizaciones comunales
- Determinación de actividades para lograr los objetivos planteados. Comprende:
 - Actividades para sensibilizar
 - Actividades para educar y capacitar
 - Actividades para divulgar
- Evaluación del Plan de Educación Ambiental (PEA).

12.3 Áreas de acción del Plan de Educación Ambiental (PEA)

- **Sensibilización y Educación** del público meta para la comprensión social de temas clave en la gestión ambiental del Área de Impacto Directa (AID) como lo son:
 - Problemáticas ambientales de la zona: desechos sólidos, descarga de aguas residuales en el río Limoncito y quebrada Chocolate, invasión del Humedal, entre otras.
 - Valor de los ecosistemas naturales presentes en la zona, así como su paisaje y la riqueza ambiental en general.
 - Actitudes y comportamientos que influyen en la relación entre las personas y su entorno.

Para ello se pueden aprovechar las ventajas que ofrece el sistema educativo formal y la diversidad de estrategias educativas informales.

- **Capacitación** a actores clave de la localidad en la implementación de medidas que mejoren la calidad ambiental de la zona. Entre ellas se encuentra el manejo de desechos sólidos, el enfoque de cuenca en el crecimiento urbano, la recuperación y protección del humedal. A través de esto se busca coordinar esfuerzos para generar iniciativas de gestión ambiental integral a diferentes escalas como por ejemplo instituciones educativas, barrios y sectores, comercios, entre otras.
- **Divulgación** de información relacionada con la educación ambiental a través de diferentes medios (radio, panfletos, vallas publicitarias, afiches, entre otros).

12.4 Propuestas para su implementación, según el área de acción

Área 1: Sensibilización y Educación

- Coordinar con los centros educativos del Área de Impacto Directa (AID) la enseñanza y reflexión periódica en torno a temáticas relacionadas con la gestión ambiental. Esta medida tiene como finalidad generar conciencia y sensibilidad en las nuevas generaciones de la zona respecto a las problemáticas ambientales, de la mano de cambios en sus actitudes y comportamientos hacia el medio que les rodea.
- Realización de actividades para la exposición de información relevante y ejemplos de experiencias exitosas de asentamientos humanos similares a los del Área de Impacto Directa (AID) en los cuales se ha logrado mejorar la calidad de vida de sus habitantes por medio de la gestión ambiental. Entre las actividades a realizar se encuentran: foros de discusión de libre acceso, talleres y charlas para estudiantes, ferias, campañas.
- Distribución de guías informativas.
- Realización de campañas y giras de campo al humedal, ríos, canales y quebradas en las cuales participen centros educativos, instituciones y organizaciones presentes en la zona, ciudadanía en general, familias, jóvenes y grupos organizados de la comunidad. Esto con el objetivo que conozcan los ecosistemas que les rodean, su valor e importancia para la



calidad de vida de la población y la consecuente necesidad de protegerlos de la contaminación, invasión, basura, etc.

- Realización de campañas de reforestación participativa en la parte alta de la cuenca.
- Realización de festivales temáticos como por ejemplo: "Festival del Río Limoncito" o "Festival del Refugio de Vida Silvestre Mixto Limoncito".
- Conformación de grupos ecológicos, así como grupos de vigilancia y monitoreo ambiental en la comunidad. Su objetivo es estimular la participación conjunta de diferentes actores locales presentes en el Área de Impacto Directa (AID) en el desarrollo de oportunidades para la gestión ambiental. Es fundamental contar con el apoyo de las organizaciones locales, así como también involucrar a la juventud y centros educativos.

Área 2: Capacitación

- Capacitación a docentes de los centros educativos del Área de Impacto Directa (AID) sobre temas de gestión ambiental tanto para la enseñanza en las aulas como para su aplicación a través de programas de reciclaje, etc. El objetivo de esta medida es que el personal docente tenga los conocimientos necesarios al respecto para transmitirlo y motivar a la población estudiantil.
- Capacitación a la población en general sobre el reciclaje. Es fundamental que esta actividad se acompañe de monitoreo y evaluación de su impacto logrado en el mejoramiento de la calidad ambiental de la zona.

Área 3: Divulgación

- El objetivo es difundir información relacionada con la gestión ambiental integral en el Área de Impacto Directa (AID), entre la población que habita en ésta. Para ello se deben implementar diferentes técnicas como por ejemplo: publicaciones periódicas en la prensa escrita nacional y local, cuñas periódicas en emisoras de radio y televisión local, perifoneo, pizarras informativas, entre otras.
- Se sugieren las siguientes temáticas para divulgar, las cuales se pueden ampliar según las necesidades encontradas una vez se implemente el Plan de Educación Ambiental (PEA):
 - Horario y rutas de recolección del reciclaje.
 - Horarios y rutas de recolección de desechos sólidos.
 - Calidad del agua en el río Limoncito y quebrada Chocolate.
 - Redes de apoyo en caso de inundaciones.
 - Jornadas de limpieza de cauces de ríos y quebradas.
 - Jornadas de visitación del Humedal y observación del paisaje.



SECCIÓN 13. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AMBIENTALES PARA EL PLIEGO DE LICITACIÓN DE LAS OBRAS

Las Especificaciones Técnicas Ambientales (E.T.A.) establecen las normas a seguir para cumplir con las Medidas de Mitigación, Compensación y en general de todo el Plan de Gestión Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental establecido para la etapa de construcción y operación de las obras previstas para el proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en el área de Limoncito", hasta su recepción definitiva, con el objeto de prevenir y mitigar los Impactos Ambientales negativos y potenciar los positivos, producidos por la ejecución de las distintas tareas necesarias para su materialización.

Estas especificaciones complementarán lo establecido en el Pliego de Licitación de las Obras, en cuanto a Obligaciones del Contratista con relación a aspectos ambientales específicos. Y su objetivo es facilitar instrucciones y orientación a los contratistas (SENARA) para que presenten una oferta que responda a todos los requisitos técnicos, administrativos y ambientales, y sean las disposiciones de auditoría para el contratista durante la ejecución del proyecto.

En el Anexo 7, se incluyen los requerimientos generales y las responsabilidades ambientales a considerar por parte del Contratista.

Así mismo, se incluyen las especificaciones técnicas ambientales según el tema específico: manejo de los residuos durante la etapa de construcción y operación del proyecto (residuos sólidos orgánicos; residuos líquidos provenientes de combustibles y de baños portátiles durante la construcción; lodos provenientes del dragado de los cauces, escombros por demolición de infraestructura); medidas a considerar para las unidades de paisaje; medidas ambientales a aplicarse en los sistemas acuáticos y terrestres; medidas a aplicarse con respecto al ruido y a la calidad del aire; y a una medida de compensación adicional al proyecto.

El Contratante deberá presentar un informe mensual que incluya las actividades importantes realizadas, posibles modificaciones al proyecto, y demás aspectos que se incluyen en la sección de ETAs del Anexo 7. Como parte de la información de estos informes mensuales, se deben adjuntar, aquellas actividades que se realicen y que formen parte de monitoreos de: Sistemas acuáticos y terrestre, Ruido y Calidad de Aire, indicados en el documento 10.2 Plan de Monitoreo del Plan de Gestión Ambiental.

En Aspectos de Seguridad y Salud Ocupacional, deberá cumplirse con el Plan de seguridad y salud ocupacional del Plan de Gestión Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental en cuestión.

En aspectos de ejecución, supervisión y control de las ETAs, deberá cumplirse con todos los puntos indicados en el documento 10.9 Plan de comunicación y consulta, y el documento 10.10 Plan de los mecanismos de atención de reclamos del Plan de Gestión Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental en cuestión.

Con respecto a la normativa ambiental vigente, se deberá cumplir con la sección 4 Marco jurídico del EsIA, donde se describe la normativa legal que corresponderá a la totalidad del proyecto (Ver Cuadro 9.9 del EsIA).

En general, las ETAs hacen referencia al 10.5 Plan de obras de mitigación y compensación, incluido en el Plan de Gestión Ambiental de este EsIA.



SECCIÓN 14. ANÁLISIS FINANCIERO Y ECONÓMICO

El objetivo de este análisis es determinar si los beneficios producidos por la construcción del Proyecto "*Sistema de control de inundaciones en río limoncito*" compensan la inversión inicial, así como los costos de operación y mantenimiento de las obras y otras externalidades.

Se espera que el proyecto tenga un costo de inversión cercano a los \$20.2 millones. De este monto \$10.2 millones serán financiados por el Banco Mundial a una tasa anual del 0,46%, un periodo de gracia de 5 años y un plazo de reembolso del préstamo de 15 años. El monto restante de inversión del proyecto será financiado por el estado como una contrapartida sin intereses.

Los indicadores que se estiman son el VAN y la TIR los cuales son indicadores importantes tanto desde el punto de vista privado como social para evaluar proyectos de inversión. Una TIR menor que la tasa de descuento o un VAN negativo, indica que el proyecto debería ser rechazado. Los retornos económicos negativos indican que el proyecto utiliza recursos socialmente valiosos y los beneficios no compensan esta utilización. El proyecto presenta indicadores positivos desde el punto de vista social ya que desde el punto de vista privado este tipo de proyecto al no generar ingresos directos reales no es posible que genere un VAN positivo.

El análisis económico se realizó siguiendo los requerimientos de SETENA para este tipo de estudios, dividiéndose en tres pasos:

- 1) Como primer paso se estimó el análisis financiero, en dicho análisis se calculó: a) Flujo de Caja del Proyecto, b) Calculo del VAN y el TIR y c) Esquema de Financiamiento.
- 2) En un segundo paso se estimó los indicadores anteriores incluyendo un ajuste por concepto de transferencias y otro ajuste por concepto de precios sociales (incluye ajuste por divisas, ajuste por salarios a la mano de obra calificada y no calificada).
- 3) En el último paso se estimó el VAN social y la tasa interna de retorno incluyendo las externalidades ambientales y sociales así como las medidas de mitigación.

En el Anexo 8 se incluye los análisis financieros. El primer anexo hace referencia al análisis financiero sin la inversión en el canal Santa Rosa y el segundo incluye la inversión en el canal Santa Rosa. Ambos análisis financieros incluyen lo siguiente: a) Análisis Financiero, b) Análisis Financiero Ajustado y c) Análisis Financiero incluyendo externalidades (VAN y TIR Social).

14.1 Valores, indicadores y supuestos empleados en los flujos de caja

- a) El monto de la inversión total del proyecto se estima en \$20.214.000,00, de los cuales el Banco Mundial estaría financiando un monto de \$10.200.000,00.
- b) El análisis financiero se realiza con dos escenarios: El primero incluye la inversión en el Canal Santa Rosa y el segundo análisis se realiza sin el Canal Santa Rosa (opción recomendada).
- c) La inversión del canal Santa Rosa tiene un valor de \$742.000
- d) La tasa de interés anual del préstamo del Banco Mundial será de 0,46%.
- e) El monto restante de la inversión \$10.014.000,00 será financiado por el país como contrapartida por lo que no se pagara intereses.



- f) Para el **cálculo social de la mano de obra**, todas las metodologías coinciden en utilizar como criterio el costo de oportunidad; entendiéndose que este costo varía de acuerdo con los niveles de especialización de la misma (mano de obra calificada, semicalificada y no calificada). En el caso del presente proyecto, se utilizarán para el cálculo de la mano de obra no calificada y calificada, los precios sombra utilizados por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

Estos precios, aunque se desconoce su fuente, no han sido cuestionados por ninguna instancia oficial y han sido aceptados por organismos internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), por lo que se puede seguir aplicando, haciendo la salvedad de que el ente o los entes responsables oficialmente a nivel nacional (MIDEPLAN, Banco Central), no han vuelto a realizar el cálculo. De esta manera se aplica un factor de conversión a precios sociales (precios sombra) de 0,75 para mano de obra no calificada y de 0,83 para mano de obra calificada.

- g) **Precio social de la divisa:** Utilizar el valor social de la divisa en la evaluación económica y social tiene como objetivo reflejar el costo que representa para la sociedad, asignar una unidad de moneda extranjera a una inversión determinada. El precio social de la divisa se expresa de la siguiente manera:

$$PSD = PMD * (1 + t) \text{ de esta manera } RPCD = 1,01.$$

- h) **La tasa social de descuento**

Como en toda evaluación financiera, la tasa de descuento de referencia se conoce como "Tasa de retorno mínima atractiva" (TREMA) y corresponde a la tasa de rendimiento que la empresa o los empresarios esperarían como mínimo sobre los fondos destinados a la inversión. Por lo que se define que la misma constituye el costo de oportunidad del capital en cada sector de la actividad económica.

La tasa social de descuento tiene como finalidad: homogenizar los valores respecto al tiempo y en un marco de referencia social, establecer una división entre los proyectos que pueden ser financiados con fondos públicos y los que no y, establecer un método para comparar proyectos, independientemente de su vida útil. La tasa social y la privada son diferentes debido a que esta última únicamente refleja el costo del capital para la empresa. Sin embargo, la tasa social usualmente es menor, lo cual denota que la sociedad en su conjunto tiene una visión de largo plazo.

En este análisis se siguen los lineamientos de ICE (2012) que sugiere la utilización de una tasa de descuento social del **12%** la cual constituye la tasa empleada para evaluar económicamente proyectos a nivel latinoamericano por organismos como el Banco Mundial (BM) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y es la que recomienda MIDEPLAN actualmente.

- i) **Horizonte de análisis:** El Horizonte de evaluación se encuentra asociado a la vida útil del activo. En este caso se utiliza 50 años debido a que este es el periodo máximo de retorno de las inundaciones estimadas con el modelo.

- j) **Identificación de costos y beneficios del proyecto**

De acuerdo con información de SENARA, las inundaciones constituyen los desastres naturales más frecuentes de Centroamérica. De los aproximadamente 850 eventos desastrosos registrados entre 1960 y 1995 en Centroamérica, más de dos tercios (68%) fueron causados por inundaciones.



Los daños producidos por inundaciones tienen enormes costos sociales, económicos y ambientales. Si bien es muy difícil eliminarlos totalmente, es posible minimizarlos mediante programas, proyectos y actividades que apunten a reducir la vulnerabilidad de la infraestructura económica y social.

A continuación se presenta en el cuadro 14.1 un resumen de los costos y beneficios, tangibles e intangibles identificados para la implementación del proyecto.

Cuadro 14.1. Costos y beneficios tangibles e intangibles del proyecto.

COSTOS	Costos de Inversión
	Costos de operación
	Costos de mantenimiento
	Costos ambientales
	Costos de las mitigaciones
BENEFICIOS	Ahorro en viviendas que no hay que reubicar
	Plusvalía de la tierra
	Ahorros en gastos por mantenimiento de caminos
	Ahorro por días laborales no perdidos
	Ahorro en costos de salud

En los párrafos siguientes se detallan cada uno de los costos y beneficios mostrados en la tabla anterior:

- **Costos de Inversión:** Los costos de inversión empleados corresponden a un monto de \$20.214.000.
- **Costos de operación y mantenimiento:** Es este apartado se incluyen los siguientes rubros:
 - a) Mantenimiento de Canales y Ríos
 - b) Mantenimiento Estructuras
 - c) Mantenimiento de Puentes
 - d) Mano Obra para mantenimiento

En el caso de la mano de obra para mantenimiento, se supone contratar a 9 personas, de las cuales 2 serían para maquinaria, 3 para acarreo y 4 peones. En el caso de los 2 trabajadores de maquinaria se supone que es un empleo calificado y se asume un salario definido en la Encuesta de Hogares realizada por el INEC en el año 2013 para ese tipo de ocupación que ronda los 358. 483 colones. Se espera que trabaje un mes completo cada 3 años. En el caso de los 3 trabajadores para acarreo, también se supone trabaje un mes completo cada tres años y se asume un salario de 358.483 colones. Por último, los 4 peones, se espera trabajen dos meses completos cada año, con un salario de 213.834, dicho salario corresponde al salario promedio para las ocupaciones no calificadas según la



Encuesta de Hogares realizada por el INEC.

Para el caso de mantenimiento de canales y ríos, estructuras y puentes se asume el siguiente valor cada 10 años (Sin contemplar la Inversión en el canal Santa Rosa (a) y contemplando la inversión en el canal Santa Rosa (b)):

Cuadro 14.2.(a) Costos de operación y mantenimiento sin canal Santa Rosa

Año	Mantenimiento de Canales y Ríos	Mantenimiento Estructuras	Mantenimiento de Puentes
1	\$ 22,200.00	\$ 10,000.00	\$ 30,000.00
2	\$ 137,700.00	\$ 10,000.00	\$ 30,000.00
3	\$ 170,700.00	\$ 18,000.00	\$ 30,000.00
4	\$ 146,700.00	\$ 20,000.00	\$ 30,000.00
5	\$ 127,500.00	\$ 10,000.00	\$ 30,000.00
6	\$ 151,500.00	\$ 10,000.00	\$ 30,000.00
7	\$ 118,500.00	\$ 18,000.00	\$ 30,000.00
8	\$ 199,300.00	\$ 20,000.00	\$ 30,000.00
9	\$ 118,500.00	\$ 10,000.00	\$ 30,000.00
10	\$ 151,500.00	\$ 10,000.00	\$ 30,000.00

Cuadro 14.2.(b) Costos de operación y mantenimiento con canal Santa Rosa

Año	Mantenimiento de Canales y Ríos	Mantenimiento Estructuras	Mantenimiento de Puentes
1	45,200	\$ 10,000.00	\$ 30,000.00
2	160,700	\$ 10,000.00	\$ 30,000.00
3	193,700	\$ 18,000.00	\$ 30,000.00
4	169,700	\$ 20,000.00	\$ 30,000.00
5	126,500	\$ 10,000.00	\$ 30,000.00
6	150,500	\$ 10,000.00	\$ 30,000.00
7	117,500	\$ 18,000.00	\$ 30,000.00
8	303,900	\$ 20,000.00	\$ 30,000.00
9	117,500	\$ 10,000.00	\$ 30,000.00
10	150,500	\$ 10,000.00	\$ 30,000.00

- **Costos ambientales:** Para la estimación de los costos ambientales se calcula el costo que tienen los árboles que se deben talar para desarrollar el proyecto (es importante mencionar que en varias de las medidas de mitigación se internaliza otras externalidades que generan los árboles). En el caso de los árboles del canal Santa se asume un valor por hectárea de \$8.000, el Cuadro 14.3 resume dichos valores:



Cuadro 14.3. Costos ambientales

Zona	Tipo de árbol	Cantidad	Valor \$	Monto en \$
Limoncito	Arboles importantes	38	500	19.000
	Otros	341	20	6.820
Chocolate	Arboles importantes	0	500	0
	Otros	27	20	540
JAPDEVA	Arboles importantes	21	500	10.500
	Otros	183	20	3.660
Q. Chiquita	Arboles importantes	24	500	12.000
	Otros	138	20	2.760
Nuevos canales	Arboles importantes	40	500	20.000
	Otros	227	20	4.540
Canal Santa Rosa (31,3 ha)				250.664
Monto total sin canal Santa Rosa				79.820
Monto total con canal Santa Rosa				330.484

- **Costos de mitigaciones:** El costo de las mitigaciones que se detalla en secciones anteriores se estimó en \$948.000.
- **Beneficios: Ahorro en viviendas que no hay que reubicar.** Para estimar la cantidad de viviendas que se verían beneficiadas con el proyecto, es decir, que antes se inundaban y con el proyecto se dejan de inundar, se estimó primero el área de la inundación actual, posteriormente se estimó el área de inundación con proyecto y se restaron dichas áreas obteniendo la cantidad de hectáreas que se dejan de inundar. El área que se inunda con proyecto ya incluye las áreas que antes no se inundaban y ahora si lo hacen.
Una vez realizado el análisis anterior, se estima la densidad de viviendas por hectárea en la zona de inundación con la cartografía censal del 2011, y se obtiene una densidad de 11,8 viviendas por hectárea. Al multiplicar este valor de densidad por la cantidad de hectáreas que se dejan de inundar se obtiene un total de 223 viviendas que se verán beneficiadas por no inundarse.
Se supone que el costos de reubicación de una vivienda en la zona de estudio es de alrededor de 20 millones de colones (\$ 40mil aproximadamente). De esta manera el ahorro por reubicación de las 223 viviendas se estima en \$ 8.908.487.
- **Beneficios por aumento de Plusvalía de la tierra:** Las variaciones que pueden registrarse en el valor de las propiedades comprendidas en el área que se deja de inundar, pueden resultar negativas para futuros compradores, pero en sentido inverso, pueden resultar positivas para los actuales propietarios ya que constituye una posibilidad de que aumente el valor de sus propiedades y beneficiarse,



consecuentemente con el proceso de valoración que registren esos bienes mobiliarios.

En este caso, se estima al igual que el punto anterior, el área neta en m² que se deja de inundar con el proyecto, que equivale a 34,23 hectáreas o 342.300 m². Actualmente según la plataforma de valores de hacienda los valores del suelo por m² en la zona de estudio varían entre 0 y 40 mil colones aproximadamente. Se supone que estos terrenos que actualmente se inundan y tienen los valores más bajos de la zona logran revalorizarse hasta alcanzar al menos los valores de las zonas de mayor valor ubicadas dentro del área de estudio. Se espera que en un periodo de 30 años alcancen un valor de 30 mil colones el metro cuadrado y experimenten en los siguientes 20 años un incremento de 15%. Estos valores son muy conservadores ya que es sabido que los valores de la plataforma de hacienda se ubican muy por debajo de los precios de mercado. Una vez realizado el cálculo se valora el incremento en el precio de la tierra en un monto de \$ 23.618.700

- **Beneficios por ahorros en gastos por mantenimiento de caminos:** Para el cálculo de este valor se procedió a estimar la cantidad de kilómetros de carreteras que se deja de inundar con el proyecto, posteriormente se estimó el costo de mantenimiento por kilómetro de carretera en 2012 ejecutado por CONAVI para el cantón de Limón. Se asume que en un periodo de retorno de inundaciones de 50 años se den 5 inundaciones grandes, es decir, habría que darle mantenimiento a la carretera por fuertes inundaciones por lo menos 5 veces en 50 años. Los resultados del cálculo se muestran en el Cuadro 14.4:

Cuadro 14.4. Ahorros en gastos de mantenimiento de caminos

Kilómetros de carretera que se dejan de inundar	7
Valor en mantenimiento por km de carretera (2012) (dólares)	37,818
Cantidad de inundaciones grandes según periodo de retorno de 50 años	5
Valor de ahorro por mantenimiento de carreteras en dólares	1,323,630

- **Beneficios por ahorros por días laborales no perdidos:** Uno de los muchos problemas que pueden dejar las grandes inundaciones son las pérdidas de días no trabajados que sufren las personas afectadas con estos eventos. Para calcular este valor, se procedió a estimar la cantidad de trabajadores que se dejarían de ver afectados por inundaciones, para ello, se utilizó la cantidad de viviendas que ya no se inundarían, posteriormente se multiplicó por un factor que muestra la cantidad de personas por vivienda en la zona de estudio (3,6) y este valor se multiplicó por la tasa de participación bruta de empleo para la zona, con ello se obtiene el total de trabajadores. Estos trabajadores a su vez se dividen en calificados y no calificados según la distribución que muestra la zona de estudio según los datos del censo de 2011. Posteriormente se supone que en un periodo de retorno de 50 años al menos se



presentarían 5 grandes inundaciones y que los trabajadores afectados dejarían de ir al trabajo 5 días por dicha afectación. Se supone un salario promedio para los no calificados de 430 dólares y de 720 dólares para los calificados, dichos valores se obtienen de la encuesta de hogares del INEC de 2013. Los resultados de dicho análisis se muestran en el Cuadro 14.5:

Cuadro 14.5. Ahorros por días laborales no perdidos

Empleados Calificados	466
Empleados No Calificados	95
Días	5
Eventos	5
Salario calificado (\$)	720
Salario NO calificado (\$)	430
Monto calificados (\$)	6,965,547
Monto no calificados (\$)	765,938
Monto total en dólares	7,731,484

Beneficios por ahorro en costos de salud: Las zonas con deficiencias de drenaje y escorrentía de aguas superficiales presentan condiciones favorables para la aparición y desarrollo de enfermedades de origen hídrico, dando origen a un término acuñado por las organizaciones de salud con el nombre de "receptividad ambiental". Entre los factores que determinan esa situación, se mencionan la abundancia de vectores, la existencia de aguas contaminadas o la presencia de factores climáticos o ecológicos que favorecen la presencia o transmisión de esas enfermedades.

Las patologías que se relacionan con las áreas inundadas incluyen infecciones respiratorias agudas, dolencias diarreicas, enfermedades transmitidas por vectores (dengue, malaria, encefalitis equina, leishmaniasis), enfermedades transmitidas por agua y alimentos contaminados (cólera, salmonelosis, chigelosis, hepatitis viral, parasitismo intestinal, leptospirosis), enfermedades dérmicas (sarna, infecciones bacterianas y micosis).

La modificación de esas características naturales que facilitan la existencia de determinado tipo de enfermedades (sobre todo las asociadas con mosquitos y zancudos) constituye uno de los métodos más recomendados por los especialistas del sector salud para el adecuado control en la propagación de las mismas.

Así se posibilita la aparición recurrente de enfermedades contagiosas como las de tipo diarreico asociadas a aguas contaminadas. Al disminuir la amenaza de inundación, se habrá de producir paralelamente una merma en la transmisión de estas dolencias.

En este caso, para calcular el ahorro, se estimó el total de personas que se dejarían de ver afectadas por las inundaciones, que se obtiene de calcular las viviendas y luego multiplicarlo por el factor de personas por vivienda dando un total de 802 personas afectadas.

Posteriormente se supone que en un periodo de retorno de 50 años se presentarían 5 grandes inundaciones y que al menos cada persona se vería afectada por alguna enfermedad en cada gran inundación. Se supone que el costo promedio de la consulta médica, los medicamentos y la movilización del sector salud a la zona alcanzan por persona los \$200. De esta manera se tendría que el ahorro por gastos en salud alcanzaría un valor aproximado de \$ 801.764.



14.2 Rentabilidad del Proyecto sin el canal Santa Rosa

14.2.1 Análisis Financiero sin la Inversión en el canal Santa Rosa

En el Cuadro 14.6 se presentan los Indicadores Financieros obtenidos con la ejecución del proyecto; se puede apreciar que el proyecto de construcción, operación y mantenimiento del sistema no es rentable, esto se debe a la elevada inversión que requiere el proyecto y que en este caso por la naturaleza del proyecto no cuenta con un flujo de ingresos reales. (En el anexo financiero se incluye el Flujo de Caja del análisis financiero)

Cuadro 14.6. Costa Rica. Indicadores financieros para el proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en Río Limoncito". 2013. (sin inversión en Canal Santa Rosa)

Variable	Flujo Neto
Valor Actual Neto (\$)	\$ (18.060.494,44)

No es posible obtener resultados para la TIR y para la Relación B/C, ya que el Flujo arroja únicamente resultados negativos y por lo tanto no es posible realizar su cálculo.

14.2.2 Análisis Financiero ajustado sin la Inversión en el canal Santa Rosa

En el Cuadro 14.7 se presentan los Indicadores Financieros obtenidos con la ejecución del proyecto ajustados por concepto de transferencias y otro ajuste por concepto de precios sociales (incluye ajuste por divisas, ajuste por salarios a la mano de obra calificada y no calificada).

Se puede apreciar que el proyecto de construcción, operación y mantenimiento del sistema tampoco es rentable, esto se debe a la elevada inversión que requiere el proyecto y que en este caso por la naturaleza del proyecto no cuenta con un flujo de ingresos reales. (En el anexo financiero se incluye el Flujo de Caja del análisis financiero)

Cuadro 14.7. Costa Rica. Indicadores financieros para el proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en Río Limoncito".2013. (sin inversión en Canal Santa Rosa)

Variable	Flujo Neto
Valor Actual Neto (\$)	(18.232.221,34)

Al igual que en el punto anterior no es posible obtener resultados para la TIR y para la Relación B/C, ya que el Flujo arroja únicamente resultados negativos y por lo tanto no es posible realizar su cálculo.

14.2.3 Análisis Financiero ajustado por externalidades y cálculo del VAN y TIR social sin la inversión en el canal Santa Rosa



Se estima el VAN social y la tasa interna de retorno incluyendo las externalidades ambientales y sociales así como las medidas de mitigación.

En el Cuadro 14.8 se presentan los Indicadores Económicos obtenidos para el proyecto *sistema de control de inundaciones en río limoncito*, se puede apreciar que el proyecto es rentable para el país y justifica el empleo de recursos del Estado en el mismo. (En el Anexo se incluye el Flujo de Caja Económico y Social)

Como se observa en el cuadro, los indicadores económicos para el proyecto son favorables y justifican la rentabilidad de las inversiones que se llevarían a cabo; el Valor Social es positivo y la Tasa de Retorno es superior a la Tasa Social de Descuento empleada del 12%.

Cuadro 14.8. Costa Rica. Indicadores financieros para el proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en Río Limoncito". 2013. (sin inversión en Canal Santa Rosa)

Variable	Flujo Neto Económico
Valor Actual Neto Social	\$ 3.710.409,59
TIR (%)	51,4

14.3 Rentabilidad del Proyecto con la inversión en el canal Santa Rosa

14.3.1 Análisis Financiero con la Inversión en el canal Santa Rosa

En el Cuadro 14.9 se presentan los Indicadores Financieros obtenidos con la ejecución del proyecto incluyendo la inversión en el canal Santa Rosa; se puede apreciar que el proyecto de construcción, operación y mantenimiento del sistema no es rentable, esto se debe a la elevada inversión que requiere el proyecto y que en este caso por la naturaleza del proyecto no cuenta con un flujo de ingresos reales. (En el anexo financiero se incluye el Flujo de Caja del análisis financiero)

Cuadro 14.9. Costa Rica. Indicadores financieros para el proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en Río Limoncito". 2013. (con inversión en Canal Santa Rosa)

Variable	Flujo Neto
Valor Actual Neto (\$)	\$ (18.898.036,45)

No es posible obtener resultados para la TIR y para la Relación B/C, ya que el Flujo arroja únicamente resultados negativos y por lo tanto no es posible realizar su cálculo.

14.3.2. Análisis Financiero ajustado con la Inversión en el canal Santa Rosa

En el Cuadro 14.10 se presentan los Indicadores Financieros obtenidos con la ejecución del proyecto ajustados por concepto de transferencias y otro ajuste por concepto de precios sociales (incluye ajuste por divisas, ajuste por salarios a la mano de obra calificada y no calificada).



Se puede apreciar que el proyecto de construcción, operación y mantenimiento del sistema tampoco es rentable, esto se debe a la elevada inversión que requiere el proyecto y que en este caso por la naturaleza del proyecto no cuenta con un flujo de ingresos reales. (En el anexo financiero se incluye el Flujo de Caja del análisis financiero)

Cuadro 14.10. Costa Rica. Indicadores financieros para el proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en Río Limoncito". 2013. (con inversión en Canal Santa Rosa)

Variable	Flujo Neto
Valor Actual Neto (\$)	(19.078.138,77)

Al igual que en el punto anterior no es posible obtener resultados para la TIR y para la Relación B/C, ya que el Flujo arroja únicamente resultados negativos y por lo tanto no es posible realizar su cálculo.

14.3.3 Análisis Financiero ajustado por externalidades y cálculo del VAN y TIR social con la inversión en el canal Santa Rosa

Se estima el VAN social y la tasa interna de retorno incluyendo las externalidades ambientales y sociales así como las medidas de mitigación.

En el Cuadro 14.11 se presentan los Indicadores Económicos obtenidos para el proyecto *sistema de control de inundaciones en río limoncito*, se puede apreciar que el proyecto es rentable para el país y justifica el empleo de recursos del Estado en el mismo. (En el Anexo se incluye el Flujo de Caja Económico y Social)

Como se observa en el cuadro, los indicadores económicos para el proyecto son favorables y justifican la rentabilidad de las inversiones que se llevarían a cabo; el Valor Social es positivo y la Tasa de Retorno es superior a la Tasa Social de Descuento empleada del 12%.

Cuadro 14.11. Costa Rica. Indicadores financieros para el proyecto "Sistema de Control de Inundaciones en Río Limoncito". 2013. (con inversión en Canal Santa Rosa)

Variable	Flujo Neto Económico
Valor Actual Neto Social	\$ 2.638.446,94
TIR (%)	37,7



SECCIÓN 15. CALIDAD AMBIENTAL DEL AP Y EL ÁREA DE INFLUENCIA BIOFÍSICA Y SOCIAL (DIRECTA E INDIRECTA)

15.1 PRONÓSTICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA BIOFÍSICA Y SOCIAL (DIRECTA E INDIRECTA)

Paisaje y áreas recreativas:

Con respecto al área del proyecto (AP), esta tendrá un cambio inevitablemente en el paisaje, por lo es necesario compensar las afectaciones que se tendrán. Sin embargo es importante indicar que la eliminación de los elementos naturales como árboles y vegetación no puede compensarse completamente con elementos construidos, habrá pérdidas desde el punto de vista del paisaje que no será posible compensar.

Sin embargo para tratar de compensar el cambio se propone:

La habilitación de zonas recreativas aledañas que pueden ser equipadas y fortalecidas, para compensar en alguna medida la pérdida de espacios recreativos a lo largo del río y que amplíe la diversidad de usuarios.

Compra de terrenos para nuevos espacios públicos debido a la eliminación de sitios de convivencia a lo largo del río, estos han sido elegidos debido a su ubicación estratégica que en alguna medida compensan el faltante de áreas recreativas existentes, y se ubican cerca de sitios informales de reunión a lo largo del río. Esta se complementa con la habilitación de pequeñas porciones de tierra a lo largo del río, estos deben ser equipados al menos con mobiliario urbano para sentarse y elementos que generen sombra.

La Implementación de pérgolas con vegetación a la orilla del río como medida de mitigación por el aumento de la temperatura a lo largo del río Limoncito, que debe ser complementada con aceras.

De manera complementaria se propone educación ambiental para involucrar a la población con el Refugio Mixto de Vida Silvestre y pueda hacer un uso más constante y apropiado de este.

Es importante destacar que por los impactos que se darían con las obras del proyecto en el Canal Santa Rosa y que solamente es necesario limpiarlo, se indica no hacerlas. De esta manera, se estaría manteniendo su condición actual y sólo tendría mayores inundaciones durante los eventos extremos de precipitación.

Flora y fauna:

Como se mencionó anteriormente, la flora y la fauna del Refugio no se afectarían pues no se deben realizar las obras propuestas en el Canal Santa Rosa. En el caso de los dos Canales de Desvío, se indica que no se deben construir dentro del Refugio.

En el caso del Área del Proyecto (AP) localizada en el río Limoncito, Quebrada Sin Nombre (Quebrada Chinita), Quebrada Chocolate, Canal JAPDEVA y los Canales de desvío (que se construyan fuera del Refugio) se indica una lista de especies de árboles que se deben proteger, sin embargo si es necesario talarlos, se propone un traslado de la biota que habita en ellos, y una



posterior reforestación de las zonas afectadas donde sea posible. En el caso de la fauna, esta debe ser reubicada.

En el caso de los árboles de especies importantes que no se talen, se propone protegerlos con una estructura y modificar el diseño actual de las obras, especialmente en el río Limoncito.

Con estas medidas se mitiga el impacto del proyecto sobre la flora y la fauna.

Inundaciones y salud de la población:

El cambio en las inundaciones dentro del Refugio se dará principalmente durante de los eventos extremos de precipitación, lo cual no afectará al Humedal pues son similares a las que se presentan actualmente.

En el caso del área urbana de Limoncito, con el proyecto disminuirá la frecuencia de las inundaciones y el área que se inunda (dependiendo del evento de precipitación), lo que beneficiará a la población pues hay casas que no se inundarán y otras donde disminuirán los niveles de la inundación. Hay casos (especialmente las más cercanas a los ríos, quebradas y canales) que continuarán con la misma frecuencia de inundación y otras que no se inundaban y ahora lo harán (según los resultados de la modelación realizada). Sin embargo, los primeros casos (que son la mayoría) beneficiarán a la población, tanto en la disminución de la afectación a las viviendas y demás pertenencias, y en una mejora de la salud.

Para ayudar a la población en la prevención ante eventos de precipitación que generen inundaciones, se propone un sistema de advertencia temprana que implica equipar la cuenca para medir precipitación y caudales de los cuerpos de agua.

Finalmente hay proyectos paralelos que deben realizarse para mantener la condición esperada con las obras a construir: un plan de manejo de cuenca (especialmente para las partes media y alta) y el plan regulador (para ordenar el crecimiento urbano en la cuenca y dar lineamientos constructivos como la construcción de viviendas sobre pilotes).

Calidad del agua y reforestación:

En cuanto a la calidad del agua de los cuerpos de agua, el proyecto por si sólo no la mejorará. Esta condición se dará si se construye de forma paralela el alcantarillado sanitario (unido al emisario submarino), y existe un control de la conexión de las viviendas a este.

Por otra parte, deben seguirse los lineamientos establecidos en cuanto a la reforestación y revegetación de las márgenes de los ríos, quebradas y canales que queden con suelo natural, si no se realiza, el funcionamiento del proyecto se verá afectado por la disminución de la capacidad hidráulica de las secciones y adicionalmente se deteriorará de la calidad del agua.

Desechos sólidos:

El problema de la disposición de los desechos sólidos en los cuerpos de agua es crítico en la zona, y debido al impacto que tiene este sobre el proyecto es necesario educar a la población, mejorar la recolección, y crear opciones para el reciclaje, reúso, compostaje, etc. Si esta condición actual persiste, el funcionamiento del proyecto se verá afectado y la condición ambiental de la zona no mejorará.



15.2 Síntesis de compromisos ambientales del proyecto

Monitoreo de los Sistemas Acuáticos, la Calidad del aire y el Ruido:

4. *Sistemas acuáticos y terrestres*

- Monitoreo de cantidad de sedimentos.
- Monitoreo de calidad de aguas.

5. *Calidad del aire*

- Monitoreo del mantenimiento de los vehículos y maquinaria.

6. *Ruido*

- Monitoreo del mantenimiento de los vehículos y maquinaria.
- Monitoreo de los niveles de ruido para cada actividad.

Plan de contingencias ante amenazas naturales:

- Creación de un sistema de advertencia temprana.
- Creación de Plan de Manejo de la Cuenca Alta del Río Limoncito, para evitar cambios en el uso de suelo aguas arriba que incrementen la escorrentía.
- Diseño de acuerdo al Código Sísmico y Código de Cimentaciones.
- Las fundaciones de las estructuras a construir deben contemplar la posibilidad de suelos licuables, movimiento o volcamiento, especialmente las de los puentes.

5. *Erosión*

- Las obras de concreto (vertederos y puentes) deben cumplir con espesores de recubrimiento para reducir el deterioro por abrasión del agua.
- Preservación de cobertura vegetal en zonas boscosas.
- Tramos de canales o ríos deberán ser sometidos a revegetación.

6. *Deslizamiento*

- Pendientes de 1:3 en taludes de suelo natural.

Plan de restauración y reforestación:

- Desarrollar proceso de reforestación, con árboles en estado de desarrollo avanzado y de tamaño mediano.
- No sembrar árboles aislados, sino en conjunto con la vegetación, manteniendo poblaciones semejantes a las actuales.
- Sembrar especies recomendadas en la listas del informe por su porte, valor paisajístico y características ecológicas.
- No sembrar especies exóticas, invasivas o aquellas que afecten la composición química del suelo y cambien los hábitats nativos

Plan de obras de mitigación y compensación:

11 *Paisaje*

- Habilitación de zonas recreativas aledañas: invertir en equipar áreas recreativas existentes con mobiliario urbano para diferentes grupos etarios.
- Compra de tierras para nuevos espacios públicos: Sitios estratégicos recomendados para compra.
- Habilitación de pequeñas porciones de tierra a lo largo del río: al menos 5 espacios de 3m equipados con mobiliario urbano para descanso y recreación.
- Implementación de pérgolas con vegetación a la orilla del río: colocación de pérgolas cubiertas con vegetación y acera, en espacios mayores a 3 m, para aportar sombra.



- Implementación de mecanismos de educación ambiental: programa de capacitación ambiental a la población vecina de la zona.
- 12 Ruido**
- Cumplir con los Límites permitidos para los niveles de ruido según el "Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido, Decreto N°28718-S".
 - Colocación de pantallas antirruído para los casos en que existan viviendas a menos de 10m del área de trabajo de la fase constructiva.
- 13 Calidad del aire**
- Contaminación por partículas y polvo.
 - Uso de mantedado bien sellado para las tolvas de los vehículos que transportan material.
 - En época seca humedecimiento de material para reducir el polvo por acción del viento, y reducción de la velocidad de conducción de los vehículos por calles de lastre.
 - Contaminación por gases provenientes de motores de combustión interna.
 - Mantenimiento adecuado de los vehículos (revisión técnica vehicular al día).
 - Se prohíbe la quema de residuos.
- 14 Sistemas acuáticos y terrestres**
- Trasladar especies de fauna afectada durante el proyecto hacia hábitats similares.
 - Recomendación: no talar árboles con características de porte, importancia biológica, valor paisajístico, altura y DAP importantes.
 - Conservación de los flujos de agua, semejantes a las condiciones previas a la construcción del proyecto.
 - Evitar acumulación de residuos sólidos.
 - Restitución de áreas verdes.
 - No obstaculizar el desplazamiento de especies migratorias y otros organismos que transitan el agua dulce, zonas estuarinas y costeras.
- 15 Medida de compensación adicional al proyecto**
- Construir una estructura para permitir un caudal mínimo en el tramo del río Limoncito entre la desviación actual hacia el canal Santa Rosa y la confluencia con la Quebrada Chinita (o Quebrada Sin Nombre).

Plan de seguridad o salud ocupacional

- Uso de Equipo de Protección Individual según las actividades que se realicen.
- Señalización adecuada en la obra y vías afectadas.
- Manejo de materiales, maquinaria y equipo en general.
- Vías y salidas para evacuación en caso de emergencia.
- Iluminación e instalaciones eléctricas e hidráulicas seguras.

Plan del manejo de residuos sólidos (ordinarios y especiales) **y líquidos** (aguas residuales), manejo de escombros y manejo de restos vegetales (producto de la tala de árboles).

Plan de seguimiento y supervisión.

Se deben realizar algunas actividades en paralelo al proyecto con de manera que se garantice el éxito del sistema a largo plazo:

- Construcción del alcantarillado sanitario y mantenimiento de esta infraestructura en el caso de construirse de manera paralela a este proyecto (como debe serlo).
- Construcción del alcantarillado pluvial.
- Aprobación y cumplimiento de la Actualización del Plan de Manejo del Refugio Nacional Mixto de Vida Silvestre Limoncito (RNVSL).
- Creación, actualización y cumplimiento de Plan Regulador de Limón.



Instancias para el seguimiento y supervisión:

- Creación de una comisión integral conformada por representantes de distintas entidades, la cual no estará destinada a la resolución de inconformidades, sino a direccionar el accionar de las diferentes entidades competentes en conjunto con la comunidad. Esta comisión deberá actuar en coordinación con los encargados de la ejecución del Plan de Capacitación Local en cuanto a aspectos de educación ambiental a la comunidad.

Plan de capacitación local:

- Generación de un espacio para el conocimiento de las personas habitantes del Área de Impacto Directa (AID) respecto al proyecto en sus etapas constructiva y operativa.
- Capacitación a las personas habitantes del AID en el seguimiento del proyecto durante sus etapas de ejecución, así como en el monitoreo de inundaciones que puedan afectar a las viviendas posteriormente.
- Educación a la población en temas ambientales (aprovechamiento del humedal y en el manejo y aprovechamiento de los desechos sólidos).

Plan de comunicación y consulta:

- Establecimiento de un proceso de divulgación, consulta y participación entre las personas habitantes del Área de Impacto Directa (AID), la empresa constructora y el SENARA sobre el proyecto.
- Información a la población del AID sobre las condiciones de seguridad y salud en que se llevará a cabo el proyecto constructivo en sus diferentes etapas, lo que posibilita la participación de la población en el seguimiento y monitoreo del proceso.

Plan de los mecanismos de atención de reclamos.

- Canal de comunicación entre los particulares beneficiados o afectados por el proyecto y las entidades a cargo de la ejecución y supervisión de las obras que se realicen como parte de la ejecución de las obras del sistema de control de inundaciones. Incluye el proceso para la atención a reclamos.



15.3 Política ambiental del proyecto

La **política ambiental** que rige el proyecto es la minimización de los impactos negativos y la realización de las mejores y posibles medidas de mitigación y compensación. Así como un seguimiento para lograr el funcionamiento continuo del proyecto que logre un mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Objetivo:

Minimizar los impactos negativos y, realizar las mejores y posibles medidas de mitigación y compensación.

Alcances:

Diseño:

- Realización de cambios en el diseño del proyecto para mejorarlo y disminuir los impactos negativos (Por ejemplo: no realizar obras en el canal Santa Rosa o construcción de infraestructura que sólo trasvase agua en caso de excedencias).

Población/trabajadores:

- Mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores.
- Protección de la salud de trabajadores y pobladores.
- Buena relación entre comunidad y empresa constructora.
- Educación y capacitación a la población.

Recursos:

- Disminución y control de la erosión.
- Control y protección de la calidad del agua de los ríos, quebradas y canales.
- Protección de la flora y fauna.

Recreación:

- Creación de espacios para la recreación de la población.

Servicios:

- Mejoramiento del manejo de los desechos sólidos ordinarios.
- Construcción de alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial como complementos al proyecto.

Territorio:

- Control del uso del suelo en la cuenca.
- Protección de Refugio Mixto de Vida Silvestre de Limoncito.

Para lograr estos alcances se plantea que durante la construcción SENARA y la Empresa Constructora tengan una relación estrecha con la comunidad para lograr lo indicado; y posteriormente la conformación de una Comisión (de varias instituciones públicas y con la participación de la comunidad) para poder dar seguimiento al proyecto durante su operación.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Las Referencias Bibliográficas utilizadas en este Estudio de Impacto Ambiental se colocaron en el ANEXO 9.