

INFORME DE DISEÑO CONCEPTUAL, RESERVORIOS MULTIPROPÓSITO CUENCA LA VILLA – PRESA EL GATO VOLUMEN AMBIENTAL

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	5
1.1	OBJETIVOS	6
1.2	METODOLOGÍA	6
2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	8
3	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	10
4	DETERMINACIÓN DE CATEGORÍA	17
4.1	Categorización según Decreto Ejecutivo 123 (proceso de evaluación de impacto Ambiental).....	18
4.2	Categorización según normativa internacional	19
5	CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	21
6	EVALUACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL	22
6.1	ANÁLISIS DE IMPACTOS ACUMULATIVOS	22
6.1.1	Metodología	23
6.1.2	Contexto del análisis	25
6.1.3	Resultados del análisis	28
6.1.4	Gestión de impactos acumulativos	45
6.2	EVALUACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	47
6.2.1	Metodología	48
6.2.2	Servicios ecosistémicos en el área del proyecto	48
6.2.3	Medidas frente a posibles impactos que interfieren con los servicios ecosistémicos en el área de influencia del proyecto	59
6.3	Cambio Climático	65
6.3.1	Gases de efecto invernadero	65
6.3.2	Riesgos del cambio climático.....	76
6.3.3	Medidas para el control de cambio climático	87
7	OBJETIVOS A LARGO PLAZO	92
8	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN	96
8.1	Conclusiones.....	96
8.2	Recomendaciones	98
9	BIBLIOGRAFÍA.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de las alternativas evaluadas. Cuenca del río La Villa.....	8
Tabla 2. Criterios para determinar la importancia de los impactos	11
Tabla 3. Valoración de Impactos	12
Tabla 4. Resumen de impactos. Cuenca de los ríos entre el Tonosí y La Villa (microcuenca del río La Villa, subcuenca del río El Gato).....	15
Tabla 5. Impactos de carácter acumulativo.....	29
Tabla 6. Descripción de impactos acumulativos en el área de influencia indirecta. Componente de valor: aire y ruido ambiental.....	32
Tabla 7. Descripción de impactos acumulativos en el área de influencia indirecta. Componente de valor: hábitat terrestre y acuático.....	38
Tabla 8. Descripción de impactos acumulativos en el área de Influencia Indirecta. Componente de valor: recursos dulceacuícolas y comunidades	42
Tabla 9. Categoría de los servicios ecosistémicos	47
Tabla 10. Carbono almacenado por tipo de uso de suelo en el área de influencia directa del proyecto ...	50
Tabla 11. Carbono almacenado por tipo de uso de suelo en el área de influencia indirecta del proyecto.	51
Tabla 12. Especies de flora identificadas en el área de influencia del proyecto y principales usos que pueden ofrecer	53
Tabla 13. Medidas frente a posibles impactos que generará el proyecto que pudieran interferir con los servicios ecosistémicos en el área de influencia	60
Tabla 14. Categoría de uso del suelo	68
Tabla 15. Reserva de carbono estimada para usos de suelos en 2012 y 2018. Área de influencia directa - cuenca del río La Villa.....	71
Tabla 16. Reserva de carbono estimada para usos de suelos en 2012 y 2018. Área de influencia indirecta - cuenca del río La Villa.....	72
Tabla 17. Estimación de CO ₂ por uso de suelo. Área de influencia directa - cuenca del río La Villa.....	72
Tabla 18. Estimación de CO ₂ por uso de suelo.	72
Tabla 19. Datos generales para los reservorios de la cuenca del río La Villa	74
Tabla 20. Emisiones de CO ₂ y CH ₄ en el reservorio El Gato 125.16 de la cuenca del río La Villa	74
Tabla 21. Emisiones de CO ₂ y CH ₄ en el reservorio La Villa 191.98 de la cuenca del río La Villa.....	75
Tabla 22. Proyección de temperatura mínima en estación Chepo	80
Tabla 23. Proyecciones de cambios de temperatura y de precipitación en el área del proyecto, años 2020, 2050 y 2080	81
Tabla 24. Categorías de riesgo ante vulnerabilidad de cambio climático	82
Tabla 25. Puntuación de índices relacionados con vulnerabilidad al cambio climático, provincias de Herrera y Los Santos	83

Tabla 26. Medidas para el control de cambio climático	87
Tabla 27. Medidas propuestas a nivel gubernamental para la adaptación al cambio climático, región del Arco Seco.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Contribución de la ganadería a las emisiones GEI	65
Figura 2. Emisiones y absorciones en el sector de uso de suelo.....	66
Figura 3. Esquema de los principales factores que influyen en las emisiones de gases de efecto invernadero en los embalses	67
Figura 4. Comportamiento de la temperatura mínima (1980-2009), estación Chepo	78
Figura 5. Anomalía estandarizada de temperatura mínima (1980-2009), estación Chepo.....	78
Figura 6. Proyección de cambios en la lluvia total mensual al 2050, provincia de Herrera y Los Santos .	79
Figura 7. Proyección de cambios en la lluvia total mensual al 2070, provincia de Herrera y Los Santos .	80
Figura 8. Aspectos que definen el Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático (IVCC).....	82
Figura 9. Distribución de índices relacionados con vulnerabilidad al cambio climático en el área de influencia del proyecto	84

1 INTRODUCCIÓN

El gobierno de la República de Panamá ha identificado las cuencas de los ríos La Villa, Santa María, Parita y microcuenca del río Perales, como fuentes potenciales para incrementar la disponibilidad de agua para diversos usos, como son: el agua potable, riego, entre otros. En el marco del primer Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050, la Autoridad del Canal de Panamá está a cargo de coordinar el desarrollo de los estudios necesarios, para determinar los beneficios de la utilización de las cuencas antes mencionadas y validar las mismas como fuentes aptas para uso humano; así como cuantificar la disponibilidad de agua con la que cuentan estas cuencas. El propósito de dichos estudios es alcanzar la meta No. 2 del Plan, definida como “Agua para el crecimiento socioeconómico inclusivo”, la cual busca garantizar disponibilidad hídrica en un clima cambiante.

En este contexto, INGETEC fue seleccionada por la ACP para ejecutar el proyecto “Reservorios Multipropósito en los ríos de la región de Azuero: estudios de factibilidad, otros estudios y diseños” (SE-17-25). A su vez, URS Holdings, Inc. (una empresa del grupo AECOM), fue escogida por INGETEC para proporcionar servicios de consultoría y ejecutar el contrato para el análisis socio-ambiental de las opciones de diseño conceptual para reservorios multipropósito en la cuenca hidrográfica del río Santa María y en la cuenca hidrográfica del río Parita, así como en la subcuenca del río Guararé / microcuenca del río Perales, y el análisis socio-ambiental de las opciones de diseño preliminar en la cuenca del río La Villa, las cuales han sido previamente identificadas por la ACP como prioritarias.

El presente informe titulado Evaluación Ambiental para el Diseño Conceptual de Reservorios Multipropósito, cuenca del río La Villa, se presenta, en cumplimiento con lo descrito en los términos de referencia No. 166167 del proyecto SE-17-25, para la presa denominada *LV_El Gato 125.16*, incluye el análisis integral de aspectos ambientales relacionados con el diseño preliminar de la alternativa de reservorios seleccionada para la cuenca de La Villa, estando dicha alternativa conformada por dos reservorios identificados en su sitio de presa como *LV_La Villa 191.98* y *LV_El Gato 125.16*.

Es importante mencionar, que, para poder cumplir con la demanda de agua requerida, la alternativa seleccionada en la cuenca de La Villa, requiere estar compuesta de dos presas (*LV_La Villa 191.98* y *LV_El Gato 125.16*), por lo que los análisis desarrollados a continuación se evalúan en conjunto. En el mapa No.1, al final del documento, se muestra la localización regional y la división político-administrativa del área de influencia o área de estudio de dicha alternativa.

El documento expone en sus primeras secciones aspectos relacionados con la descripción de la alternativa de reservorios multipropósito seleccionada para la cuenca del río La Villa, así como los resultados del

análisis ambiental de alternativas de reservorios propuestas. Dicho análisis, desde un punto de vista ambiental y social exclusivamente, fue incorporado posteriormente por INGETEC en una evaluación para la selección definitiva de la alternativa de reservorios, que incluyó otros aspectos como por ejemplo variables de tipo técnico y económico, dicha selección a detalle de las alternativas propuestas fue llevada a cabo bajo la coordinación de la ACP, siendo el resultado de la misma utilizado en el resto de las secciones del presente documento.

En adición a los aspectos de descripción de obras y evaluación ambiental de alternativas, el documento hace referencia a la línea base ambiental y social del área de influencia de los reservorios, un análisis de impactos acumulativos por la interacción de las obras asociadas a su construcción con el entorno natural y antrópico, la identificación y evaluación de los servicios ecosistémicos asociados a los recursos allí existentes, los riesgos existentes a nivel local asociados al cambio climático. Todo ello tomando en consideración que el proyecto aún se encuentra en fase de diseño y por lo tanto la información disponible para los análisis se limita a los datos conocidos hasta este momento.

1.1 OBJETIVOS

El presente informe busca presentar un análisis de las implicaciones ambientales y sociales, que la construcción y manejo del reservorio multipropósito pudiera propiciar en su área de influencia, tomando en consideración aspectos establecidos en los términos de referencia, tales como son: los en cuanto a impactos acumulativos, y afectación de servicios ecosistémicos, así como el análisis de los retornos ambientales que pudieran presentarse sobre el proyecto, como resultado de eventos relacionados con el cambio climático. Asimismo, se plantean los objetivos a largo plazo recomendables para un mayor entendimiento de los procesos naturales, sociales y económicos existentes en el área de influencia, que facilitan la comprensión de las implicaciones relacionadas al establecimiento de los reservorios multipropósito, lo cual proporcionaría información de alta relevancia para el diseño e implementación de planes y programas enfocados a procurar una adecuada integración de los reservorios en su entorno, así como su manejo sostenible a largo plazo.

1.2 METODOLOGÍA

La información empleada para el desarrollo del presente documento corresponde a una recopilación de la información de diseño suministrada por INGETEC, información ambiental y social disponible en bases de datos públicas y bases cartográficas, así como datos generados producto de la interpretación de fotos aéreas, e información obtenida en campo asociada con aspectos físicos, biológicos, sociales, económicos y culturales.

Para el caso de la información relacionada con las características de las obras, se indican los aspectos principales de la información disponible, la cual está siendo ajustada por INGETEC ya que se encuentra

en su fase de diseño. De forma similar, la información relacionada con el análisis ambiental de alternativas forma parte de otro producto técnico, elaborado en las fases iniciales de esta consultoría, por lo que se presenta en esta ocasión un resumen de la información de mayor relevancia.

El resto de las secciones como son, el análisis de impactos acumulativos, la evaluación de servicios ecosistémicos y el análisis sobre cambio climático, corresponden a un análisis desarrollado por especialistas ambientales, sobre la base de la información antes referida y tomando en cuenta el nivel de desarrollo en el que se encuentra el proyecto.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Como se describe en la sección 3 Análisis de Alternativas del presente documento, en la cuenca del río La Villa, la ubicación y el número de reservorios multipropósito a ser considerados en la cuenca del río La Villa, se estableció como resultado de un análisis de selección de alternativas, el cual fue llevado a cabo en diferentes etapas, una de ellas, el análisis ambiental de las alternativas es presentado en la sección antes mencionada.

La alternativa que finalmente fue seleccionada requiere la construcción de dos reservorios independientes identificados como LV_El Gato 125.16, el cual estaría ubicado en el río El Gato y LV_La Villa 191.98, ubicado en el río La Villa (ver mapa No. 1).

Un resumen de la información de mayor relevancia y disponible sobre los reservorios que conforman la alternativa seleccionada, se presenta en la **Error! Reference source not found. (Error! Reference source not found.)**.

Tabla 1 Descripción de las alternativas evaluadas. Cuenca del río La Villa

Características	Descripción del proyecto	
	LV_El Gato 125.16	LV_La Villa 191.98
Localización	Río El Gato. Coordenadas UTM (WGS 84): 542,691.89E 851,035.05N Cota: 125.16 msnm	Río La Villa. Coordenadas UTM (WGS 84): 536,841.28E 847,360.85N Cota: 191.98 msnm
Tipo de presa	Gravedad en concreto compactado con rodillo (CCR)	Gravedad en concreto compactado con rodillo (CCR)
Altura de presa	64.84 m	73.02 m
Altura ataguía	16.34	18.32
Longitud túnel de desvío	434.40 m	374.50 m
Diámetro túnel de desvío	8.50 m	9.00 m
Área de influencia directa*	1,030.35ha	748.91 ha

Características	Descripción del proyecto	
	LV_El Gato 125.16	LV_La Villa 191.98
Demanda solicitada (riego y abastecimiento)	7.07 m ³ /s	7.07 m ³ /s
Volumen total	156.51 hm ³	153.06 hm ³
Volumen útil	152.61 hm ³	147.67 hm ³
Caudal disponible	3.23 m ³ /s	3.85 m ³ /s

*: Definida por la superficie abarcada por el área ser inundada, la ataguía, la contraataguía, la presa, el túnel de desviación y el tramo del río La Villa desde la presa hasta el punto de recuperación del caudal medio.

Fuente: Elaboración propia en base a INGETEC, 2018 Informe Preliminar. Análisis de Alternativas, generando predicciones de caudal disponible con datos del período 1973-2015.

3 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

En la cuenca del río La Villa, el análisis preliminar de alternativas realizado por INGETEC arrojó como resultado la identificación de dos alternativas para el suministro de agua, las cuales fueron sometidas a un análisis de selección de alternativas con mayor detalle.

Una de las alternativas incluye dos reservorios multipropósito independientes (los cuales funcionarían como dos fuentes independientes de agua), mientras que la otra alternativa corresponde al uso de un solo reservorio. El reservorio que conformará una de las alternativas se identifica como LV_La Villa 90.13, mientras que los reservorios propuestos para su utilización de forma combinada (segunda alternativa), se denominan LV_El Gato 125.16 y LV_La Villa 191.98 (ver mapa No. 1).

La evaluación de las alternativas pre-seleccionadas anteriormente señaladas, estuvo centrada en diversos criterios, presentándose en la presente sección los resultados del análisis ambiental de dichas alternativas. Dicho análisis estuvo basado, según lo solicitado en los pliegos del proyecto, en un análisis de los impactos o implicaciones socio-ambientales de las alternativas, considerando los componentes del proyecto de los cuales se dispone de información y que determinan el área de influencia directa (AID). Los componentes de los cuales se dispone de información al momento de la elaboración del presente documento abarcan: la superficie de los reservorios multipropósito (área de inundación), adicionando el área de la presa, ataguía, contra-ataguía, túnel de desviación, Tramo del río El Gato desde la presa hasta su desembocadura en el río La Villa y tramo del río La Villa desde la presa hasta el punto en el cual, durante la fase de operación del reservorio y con descarga de caudal ecológico exclusivamente, se recuperará el caudal medio actualmente existente. Con esto se pretendió identificar la alternativa que presenta el menor grado de afectación ambiental, socioeconómico y cultural, en base a la jerarquización y cuantificación de los impactos potenciales asociados a las etapas de diseño, construcción y operación.

Como se mencionó anteriormente, el análisis ambiental de alternativas fue desarrollado considerando lo señalado en los términos de referencia (TDR) establecidos por la Autoridad del Canal de Panamá (ACP), donde se indica el requerimiento de una evaluación de alternativas basada en un análisis de impactos ambientales. En base a lo señalado en dichos TDR, se empleó una metodología de análisis que permitiera cumplir con lo establecido en la normativa ambiental nacional (Decreto 123 y sus modificaciones), donde se señala que, en la evaluación ambiental de proyectos, se debe incluir una identificación de los impactos ambientales y sociales específicos, así como una metodología de análisis basada en la naturaleza de la acción emprendida, las variables ambientales afectadas y las características ambientales del área de influencia involucrada.

Así mismo, la metodología seleccionada considera las exigencias de normas internacionales, ya que cumple con los aspectos incluidos en el Principio 2 de los Principios de Ecuador, el cual, como se mencionó anteriormente, es el que considera la herramienta de análisis de alternativas. El análisis fue desarrollado en función de la disponibilidad de información.

La metodología de análisis empleada se corresponde con una matriz de evaluación de impacto ambiental Conesa Fernández Vitora (1997), matriz causa-efecto, basada en la información de proyecto y en los datos de línea base ambiental y social, disponibles al momento del análisis. Por ende, la evaluación de los impactos consistió en un análisis matricial, en donde su caracterización cuantitativa se fundamentó en la cuantificación de una serie de atributos o criterios de valoración asignados a dichos impactos. Los pasos que fueron desarrollados en el análisis abarcan lo siguiente:

- 1- Paso 1. Identificación de impactos: Discusión o lluvia de ideas entre profesionales especialistas en el análisis ambiental y social de proyectos, para definir un listado de impactos potenciales del proyecto.
- 2- Paso 2. Cálculo de la importancia de los impactos: Cada impacto identificado se analiza en base a una serie de atributos definidos en la matriz de Conesa Fernández Vitora (1997), asignándole a cada impacto una valoración en base a una escala pre-establecida como se detalla en la **Error! Reference source not found.**

Tabla 2. Criterios para determinar la importancia de los impactos

Atributo	Descripción	Valoración
Naturaleza (N)	Los impactos pueden ser beneficiosos o perjudiciales.	+/-
Magnitud/Intensidad del impacto (I)	Incidencia de la acción causal sobre el factor impactado en el área en la que se produce el efecto.	Baja (1), media (2), alta (4), muy alta (8), total (12)
Extensión (EX)	Área de incidencia del impacto.	Puntual (1), parcial (2), extenso (4), total (8), crítica (12)
Momento (MO)	Tiempo transcurrido entre la acción y la aparición del impacto.	Largo plazo (1), mediano plazo (2), inmediato (4), crítico (8)
Persistencia (PE)	Tiempo que el efecto se manifiesta hasta que se retorne a la situación inicial en forma natural o a través de medidas correctoras.	Fugaz (1), temporal (2), permanente (4)

Atributo	Descripción	Valoración
Reversibilidad (RV)	Recuperación del medio en forma natural después de finalizada la acción.	Corto plazo (1), mediano plazo (2), irreversible (4)
Sinergia (SI)	El efecto global de dos o más efectos simples es mayor a la suma de ellos.	Sin sinergismo o simple (1), sinérgico (2) muy sinérgico (4)
Acumulación (AC)	Aumento del efecto cuando persiste la causa.	Simple (1), Acumulativo (4)
Efecto (EF)	Relación causa-efecto	Indirecto o secundario (1), directo (4)
Periodicidad (PR)	Ritmo de aparición del impacto.	Irregular o aperiódico y discontinuo (1), periódico (2), continuo (4)
Recuperabilidad (MC)	Posibilidad de recuperar total o parcialmente las condiciones de calidad ambiental iniciales como consecuencia de la aplicación de medidas correctoras.	Recuperable de inmediato (1), recuperable a mediano plazo (2), mitigable y/o compensable (4), irrecuperable (8)

Fuente: Conesa Fernández Vitora, 1997.

Una vez obtenida la valoración de cada atributo, se calcula el nivel de importancia (o significancia) para cada impacto identificado, con la siguiente expresión matemática:

$$\text{Importancia (IMP)} = +/- \{(3xI)+(2xEX)+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC\}$$

Sobre la base del nivel de importancia, los impactos son clasificados asignándoseles un nivel de significancia y una categoría o tipo de impacto, de acuerdo a la siguiente escala (**Error! Reference source not found.**):

Tabla 3. Valoración de Impactos

Importancia del Impacto (IMP)	Rango (IMP)
Irrelevante	< 25
Moderado	Entre 26 y 50
Severo	Entre 51 y 75
Crítico	> 76

Fuente: Conesa Fernández Vitora, 1997 (ajustada por URS).

- 3- Paso 3. Selección preliminar de la alternativa de menor impacto: En base a la cuantificación de los impactos para cada nivel de importancia, se identifica la alternativa que generará menor número de alteraciones ambientales de alta significancia.

Para este análisis se tomaron en consideración las actividades principales comúnmente desarrolladas en este tipo de proyecto, así como las condiciones físicas, biológicas, socioeconómicas, culturales y de paisaje, que caracterizan a las áreas que serían intervenidas (área de influencia directa, cuya delimitación se presenta en la sección 5 Características del área de influencia), para cada uno de los reservorios o alternativas consideradas. El análisis desarrollado, durante la asignación de valores a cada criterio de valoración o atributo, también incorporó una evaluación de la variabilidad existente en las condiciones ambientales que caracterizan cada alternativa.

El análisis de alternativa, desde un punto de vista ambiental, considera que el proyecto será diseñado de forma que aproveche la topografía existente en el área, al tiempo que establece la implantación de las obras buscando la maximización de la utilización de los recursos hídricos disponibles y minimizando la afectación de las comunidades.

Las posibles actividades del proyecto durante la construcción serán las siguientes:

- Movilización de equipo.
- Limpieza y desmonte.
- Construcción de instalaciones temporales y de apoyo (incluye túnel, ataguías y otras estructuras cuya localización aún no se ha definido).
- Excavaciones y rellenos (dentro del área de influencia directa).
- Construcción de obras permanentes (solo se conoce la ubicación de la presa).

Durante la fase de operación, las actividades principales del proyecto comprenderán las siguientes:

- Operación del proyecto (contempla asegurar la disponibilidad de agua para diferentes usos y regulación del flujo).
- Descarga de Caudal Ecológico, definido en el diseño de los reservorios por INGETEC como un 15% del caudal medio.
- Mantenimiento de las Instalaciones del Proyecto (solo se conoce la ubicación de las presas).

Es importante destacar que, al momento de realizar el análisis de las alternativas consideradas para esta cuenca, la ubicación de algunas de las instalaciones permanentes, temporales y de apoyo era desconocido. Por tal razón fue necesario realizar las siguientes asunciones:

- El material de préstamo proviene de sitios autorizados.
- Los campamentos y botaderos se establecerán dentro del AID.
- Se utilizarán las vías existentes para el acceso al área.
- Cuando se identifique un poblado dentro del área de inundación, se asume que por lo menos se afectará una persona, una vivienda y sus accesos.
- Los poblados identificados en el AID no están conformados por población indígena reconocida, en áreas fuera de la Comarca.
- No habrá voladuras a causa del proyecto.
- Las actividades o condiciones que no sean directamente mencionadas no forman parte de este análisis.

El resultado de la identificación preliminar de impactos, la cual fue a su vez desarrollada por medio de una lluvia de ideas entre especialistas en evaluación ambiental del proyecto, complementada con el análisis de la información disponible del proyecto, los impactos característicos que generan este tipo de obras y la línea base ambiental.

Asimismo, los impactos fueron considerados de acuerdo a las etapas del proyecto y actividades a ser desarrolladas en cada una de ellas: planificación, construcción y operación. Es importante hacer mención, que el análisis fue desarrollado con el nivel de rigurosidad y cuidado requerido en consideración de las asunciones y limitaciones de información disponibles al momento del análisis.

Los impactos identificados para el análisis de las alternativas, desde un punto de vista ambiental, abarcaron los siguientes:

- Cambio microclimático.
- Cambios en la calidad del aire y niveles de ruido y vibraciones.
- Aumento del riesgo de deslizamientos.
- Incremento en la erosión de los suelos.
- Aumento en la sedimentación.
- Cambios en la aptitud de uso de los suelos.
- Alteración de la calidad de las aguas superficiales.
- Pérdida de cobertura vegetal.
- Pérdida de hábitat de fauna terrestre.
- Afectación de la fauna silvestre.
- Alteración del hábitat acuático.
- Reasentamiento involuntario.
- Generación de expectativas sociales y/o laborales.

- Alteración de las actividades de aprovechamiento de los recursos dulceacuícolas.
- Alteración de la calidad visual del paisaje.
- Afectación a sitios históricos y arqueológicos conocidos.

Los resultados obtenidos por medio de la valoración de los impactos relacionados con el desarrollo de cada alternativa de reservorio, anteriormente listados, permitieron obtener una visión general de las implicaciones que cada una de ellas ejercerá sobre el ambiente, las cuales fueron agrupadas en base al nivel de importancia de los impactos, lo cual a su vez permitió definir de forma preliminar, la alternativa que presenta una menor intervención de carácter negativo sobre el entorno. En la Tabla 4, a continuación, se muestra un resumen de los resultados obtenidos en dicha valoración, de tal manera que se cuantifican los diversos niveles de importancia para los impactos negativos.

Tabla 4. Resumen de impactos. Cuenca de los ríos entre el Tonosí y La Villa (microcuenca del río La Villa, subcuenca del río El Gato)

Tipo de Impacto	Alternativa 1 (Pe_Perales 45.05)	Alternativa 2 (Pe_Perales 45.05 y Pe_Guararé 86.25)
Irrelevante	0	0
Moderado	8	4
Severo	9	13
Crítico	7	7

Fuente: Elaborado por URS Holdings Inc. (AECOM), 2018

Los resultados obtenidos indican que la alternativa 2 conformada por los reservorios identificados como El Gato 125.16 y La Villa 191.98, generará mayor cantidad de impactos negativos de importancia severa (13 impactos), respecto a la alternativa conformada por el reservorio La Villa 90.13 (9 impactos), lo cual se relaciona principalmente con el hecho de que los reservorios que conforman la alternativa 2, están ubicados en sectores más altos de la cuenca, aspecto que favorece la presencia de condiciones particulares que incrementan la vulnerabilidad del área.

Estas condiciones se refieren, especialmente en el caso del reservorio La Villa 191.98, con la presencia de una mayor proporción de sectores de laderas con taludes de mayor altura y mayor pendiente, donde además se observa un menor desarrollo social (en base a las imágenes satelitales disponibles), y por ende una mayor presencia de vegetación arbórea, en suelos potencialmente menos intervenidos y por ende donde pueden albergarse poblaciones de animales con una mayor diversidad. Estas condiciones se suman al hecho que la alternativa 2 implica la afectación de dos cursos de agua principales (El Gato y La Villa).

Cabe destacar que los resultados muestran que existe la misma cantidad de impactos críticos en ambas alternativas.

Para ambas alternativas, desde la etapa de diseño, se presentará un impacto positivo que se relaciona con las expectativas que serán generadas sobre las comunidades, por la implementación de acciones dirigidas a mitigar la escasez de agua del sector, así como la posible estimulación al desarrollo de actividades productivas temporales y permanentes, relacionadas con la demanda de servicios y recursos en las etapas de construcción y operación.

Es importante destacar que los resultados descritos anteriormente se relacionan con un análisis de las alternativas solamente desde un punto de vista ambiental y social, el cual no fue el único criterio empleado en la selección de la alternativa a ser considerada para la cuenca del río La Villa. Dicha información fue utilizada por INGETEC en un análisis de selección de alternativas que consideró criterios adicionales y el cuál arrojó como resultado la selección de aquella conformada por dos reservorios (El Gato 125.16 y La Villa 191.98).

4 DETERMINACIÓN DE CATEGORÍA

El desarrollo de todo proyecto y obra, procurando minimizar las alteraciones que puedan generarse, requiere que los mismos sean sometidos a un análisis o evaluación de impacto, por parte de un grupo interdisciplinario, el cual procurará predecir los impactos ambientales que pueden derivarse de su ejecución, conformando la base para una adecuada toma de decisiones y la evaluación de acciones para prevenir, mitigar, controlar o compensar las afectaciones que sean generadas.

Bajo esta premisa, la normativa nacional, en cuanto a la regulación de proyectos de construcción, establece la obligatoriedad de presentar un estudio de impacto ambiental para el desarrollo de todas aquellas actividades que son consideradas como fuentes significativas de alteraciones al ambiente natural, socioeconómico y cultural. En el caso de la construcción de reservorios de agua, el Decreto 123 de 2009, en su Artículo 16, el cual establece el listado de proyectos, obras o actividades que ingresarán al proceso de evaluación de impacto ambiental, incluye en dicho listado a la actividad de “*Construcción y ampliación de presas y embalses*”, dentro de la cual se pudiera incorporar la construcción de los reservorios en la cuenca del río La Villa.

Por otra parte, a nivel internacional los entes financiadores de proyectos han adoptado un marco de normas para la gestión de riesgos ambientales, que les permite procurar cierto control del riesgo de crédito durante dicho financiamiento. Este marco de gestión incluye cinco principios denominados Principios de Ecuador, los cuales establecen una serie de requisitos que deben ser cumplidos, entre los cuales se encuentra el Principio No. 1 Revisión y Categorización, por medio del cual se debe realizar la categorización del proyecto en función de su nivel de riesgo y su impacto ambiental y social.

Tomando en cuenta el alcance de la categorización de estudios de impacto considerado en los dos métodos mencionados (Decreto 123 y Principio 1 de los Principios de Ecuador), se realizará la definición de la categoría del estudio de impacto ambiental que pudiera ser requerido (de forma preliminar), para el desarrollo de reservorios en la cuenca del río La Villa.

En base a lo antes descrito, la identificación preliminar de la categoría del estudio de impacto ambiental (EsIA) para la construcción de reservorios multipropósito, se desarrolló siguiendo dos métodos independientes:

En primer lugar, se realiza un análisis en base a lo estipulado en la normativa nacional (Decreto 123, de 2009, Artículo 23), donde se establece que la categoría del EsIA es definida en base a la potencial

afectación a cinco criterios de protección ambiental definidos en dicho decreto, los cuales abarcan lo siguiente:

- a) Criterio 1: Riesgos para la salud de la población, flora, fauna y ambiente en general.
- b) Criterio 2: Alteraciones significativas sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales.
- c) Criterio 3: Alteraciones significativas sobre los atributos de un área protegida.
- d) Criterio 4: Generación de reasentamientos, desplazamientos y reubicaciones de comunidades humanas y afectaciones a sistemas de vida y costumbres.
- e) Criterio 5: Alteraciones sobre sitios declarados con valor antropológico, arqueológico, histórico y perteneciente al patrimonio cultural, así como los monumentos.

En caso de que el proyecto afecte alguno de los criterios indicados, se descarta la categoría I y se procede a definir entre la categoría II y III en base al tipo de impacto negativo que la obra genera.

En segundo lugar, se compararán las implicaciones o impactos sociales y ambientales potenciales identificados, con los criterios considerados en los Principios de Ecuador (The Equator Principles Association, 2013) para categorizar el estudio de impacto ambiental, donde se distinguen tres categorías de proyecto:

- a) Categoría A: Proyectos con posibles impactos sociales o ambientales adversos significativos que son diversos, irreversibles o sin precedentes.
- b) Categoría B: Proyectos con posibles impactos sociales o ambientales adversos limitados, que son escasos en número, y por lo general localizados en sitios específicos, mayormente reversibles y fácilmente abordables a través de medidas de mitigación.
- c) Categoría C: Proyectos con impactos sociales o ambientales mínimos o inexistentes.

4.1 Categorización según Decreto Ejecutivo 123 (proceso de evaluación de impacto Ambiental)

Atendiendo a lo preceptuado por el Artículo 15 del Título II (de los Proyectos, Obras o Actividades que Ingresan al Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental) del Decreto Ejecutivo 123 del 14 de agosto del 2009, el cual reglamenta el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, se ha identificado el siguiente requisito fundamental como resultado de la actividad propuesta en este estudio:

- “Los **nuevos proyectos, obras o actividades** y las modificaciones de los proyectos ya existentes, en sus fases de planificación, ejecución, emplazamiento, instalación, construcción, montaje, ensamblaje, mantenimiento, y operación, que ingresarán al Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental son los indicados en la lista contenida en el Artículo 16 de este Reglamento y aquellos que el Ministerio de Ambiente determine de acuerdo al riesgo ambiental que puedan ocasionar”.

Por lo antes señalado, como se trata de un proyecto nuevo, su ingreso al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental está sujeto a la lista taxativa de la normativa precitada. La revisión de la lista taxativa descrita en el Artículo 16 del citado reglamento, indica, como se mencionó anteriormente, que están sujetos al proceso de evaluación ambiental los proyectos de construcción y ampliación de presas y embalses, actividad dentro de la cual se puede incorporar la construcción de los reservorios en la cuenca del río La Villa.

Para establecer la categoría del EsIA, se consideró lo indicado en los Artículos 22 y 23 del Capítulo I del Decreto Ejecutivo 123, del 14 de agosto de 2009 (que reglamenta el proceso de evaluación de impacto ambiental), los cuales definen cinco Criterios de Protección Ambiental para asignar la categoría de los estudios de impacto ambiental. Por medio del análisis de dichos criterios, se concluye que la construcción de reservorios multipropósito en la cuenca del río La Villa, ya sea la alternativa 1 como la alternativa 2, involucra la afectación de tres de los cinco criterios considerados en el referido Artículo:

- **Criterio 1:** Se define cuando el proyecto genera o presenta riesgos para la salud de la población, flora y fauna (en cualquiera de sus estados) y sobre el ambiente en general.
- **Criterio 2:** Se define cuando el proyecto genera o presenta alteraciones significativas sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales, incluyendo suelo, agua, flora y fauna, con especial atención a la afectación de la diversidad biológica y territorios y recursos con valor ambiental y/o patrimonial.
- **Criterio 4:** Se define cuando el proyecto genera reasentamientos, desplazamientos y reubicaciones de comunidades humanas y alteraciones significativas sobre los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos, incluyendo los espacios urbanos.

En base a la consideración de los criterios anteriores, a lo contenido en el Artículo 24 del Capítulo II del Decreto Ejecutivo 123, que determina tres categorías de EsIA, de acuerdo al grado de significación que presenten los impactos negativos generados por el proyecto; y tomando en cuenta que la construcción de los reservorios, en ambas alternativas, pudiera ocasionar impactos negativos de significación cualitativa y cuantitativa a bosques, suelos, cuerpos de agua, calidad del aire y comunidades humanas, entre los cuales se identificó, de forma preliminar, la posible ocurrencia de impactos acumulativos y sinérgicos, el EsIA requerido se clasifica como Categoría III, para ambas alternativas. Por lo cual, el mismo amerita un análisis más profundo para evaluar los impactos y proponer el correspondiente Plan de Manejo Ambiental.

4.2 Categorización según normativa internacional

Las Instituciones Financieras signatarias de los Principios del Ecuador, como parte de su revisión de los impactos sociales y ambientales esperados de un proyecto que opte por un financiamiento internacional, usan un sistema de categorización social y ambiental, basado en los criterios de examen ambiental y social

de la Corporación Financiera Internacional (International Finance Corporation – IFC), para reflejar la magnitud de los impactos entendida como un resultado de la evaluación. Estas categorías son:

- **Categoría A:** Proyectos con posibles impactos sociales o ambientales adversos significativos que son diversos, irreversibles o sin precedentes.
- **Categoría B:** Proyectos con posibles impactos sociales o ambientales adversos limitados, que son escasos en número, y por lo general localizados en sitios específicos, mayormente reversibles y fácilmente abordables a través de medidas de mitigación.
- **Categoría C:** Proyectos con impactos sociales o ambientales mínimos o inexistentes.

Sobre la base de las categorías de proyecto consideradas en los Principios de Ecuador y el análisis de las implicaciones ambientales relacionadas con la construcción de los reservorios, se determina que su construcción, para ambas alternativas, se corresponde con un proyecto Categoría A.

5 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Las características del área de influencia corresponden al informe final de Línea Base elaborado para la cuenca del río La Villa, el cual se encuentra en revisión. Por lo tanto, para fines de esta entrega se manejará como un documento aparte.

6 EVALUACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL

La alternativa de reservorios seleccionada según los criterios mencionados anteriormente fue sometida al análisis de diversos aspectos que incluyen variables ambientales y sociales, los cuales a su vez contribuyen a un mejor entendimiento de las implicaciones asociadas al desarrollo de los reservorios multipropósito, bajo las condiciones existentes en el área donde se propone su emplazamiento.

Esta visión desde un punto de vista global acerca de aspectos ambientales y sociales relacionados con los reservorios, contribuye a la obtención de información clave para el desarrollo de programas para el manejo de los mismos, uso sostenible del recurso, mitigación de alteraciones ambientales, mitigación de retornos del ambiente sobre el proyecto, entre otros, que facilita la evaluación del diseño propuesto a entes financieros nacionales e internacionales y entidades gubernamentales involucradas.

Una descripción de las evaluaciones realizadas, en cuanto a su fundamento teórico y los resultados obtenidos en cada una de ellas, se presenta de forma detallada en las siguientes secciones.

6.1 ANÁLISIS DE IMPACTOS ACUMULATIVOS

La Corporación Financiera Internacional (IFC por sus siglas en inglés – *International Finance Corporation*), en su Manual de Buena Práctica Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos: Guía para el Sector Privado en Mercados Emergentes (2015), indica que “los impactos acumulativos son aquellos que resultan de los efectos sucesivos, incrementales y/o combinados de una acción, proyecto o actividad, cuando se suman a los efectos de otros emprendimientos existentes, planificados y/o razonablemente predecibles. Por razones prácticas, la identificación y gestión de los impactos acumulativos se limita a los efectos que generalmente son reconocidos como importantes en base a preocupaciones de la comunidad científica y/o inquietudes de las comunidades afectadas”.

En la normativa nacional (Decreto 123), se definen impactos acumulativos como: “Aquellos que resultan de una acción propuesta, y que se incrementan al añadir los impactos colectivos o individuales producidos por otras acciones. Su incidencia final es igual a la suma de las incidencias parciales causadas por cada una de las acciones que los produjeron.” En dicho decreto se relacionan los impactos acumulativos con los estudios de impacto categoría III, por ser un análisis más profundo de las implicaciones ambientales aplicable a los proyectos, obras o actividades cuya ejecución puede producir impactos ambientales negativos de significación cuantitativa o cualitativa, donde se generan impactos acumulativos y sinérgicos.

La Norma de Desempeño No 1 de la IFC: Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales, reconoce que la evaluación y gestión de los impactos acumulativos es esencial para la gestión

de riesgos, siendo importante que, sin importar la metodología empleada, durante el proceso de identificación de los impactos y riesgos ambientales y sociales, los promotores/operadores (a) reconozcan que sus acciones, actividades y proyectos pueden contribuir a producir impactos acumulativos en componentes ambientales y sociales valorados (VEC por sus siglas en inglés - *Valued Environmental and Social Components*) sobre los que otros emprendimientos existentes o futuros también podrían tener efectos negativos, y (b) en la medida de lo posible, eviten y/o minimicen su contribución a estos impactos acumulativos. Así mismo, los promotores de proyectos deben entender que sus emprendimientos podrían estar en riesgo, si los efectos acumulativos afectan de forma significativa aquellos servicios ecosistémicos sobre los cuales la viabilidad de su proyecto depende.

El Manual de Buena Práctica, Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos: Guía para el Sector Privado en Mercados Emergentes (2015), propone una evaluación y gestión de impactos acumulativos rápida (EGIA rápida) como una herramienta preliminar para los promotores/operadores de proyectos en mercados emergentes, que implica una revisión de la documentación pertinente que, en consulta con las comunidades afectadas y otros actores sociales, permite que el promotor/operador determine si sus actividades podrían afectar de manera significativa la viabilidad o sostenibilidad de los VEC seleccionados. Sobre la base de lo descrito en dicho manual y la información disponible para el desarrollo del proyecto, se procedió a desarrollar el presente análisis de impactos acumulativos, para la alternativa de reservorio aprobada por la ACP, la cual, para la cuenca del río La Villa corresponde a dos reservorios de agua identificados como La Villa 191.98 y El Gato 125.16, ubicados en los ríos La Villa y El Gato.

6.1.1 Metodología

A continuación, se procederá a describir la metodología empleada para el análisis de impactos acumulativos en el área de influencia directa y en el área de influencia indirecta de los reservorios.

6.1.1.1 Área de influencia directa (AID)

En el área de influencia directa de los reservorios, todas las actividades existentes serán desplazadas antes de iniciar las actividades constructivas, de manera tal que, los impactos acumulativos que pudieran presentarse se relacionarán exclusivamente con la interacción entre las actividades propias de la construcción y la puesta en funcionamiento de los reservorios.

En base a lo antes descrito, el análisis a presentarse estará dirigido a aquellos impactos que pueden presentarse en el área a ser intervenida, como resultado de varias acciones simultáneas del proyecto, donde por lo tanto se manifestaría un proceso acumulativo de las implicaciones individuales de cada impacto.

Los impactos serán presentados de forma tabulada, indicándose las actividades que pueden generarlos durante las etapas de implementación y utilización de los reservorios.

6.1.1.2 Área de influencia indirecta (AII)

El análisis de los impactos acumulativos, relacionados con el desarrollo de las alternativas de reservorios ubicadas en la cuenca del río La Villa (La Villa 191.98 y El Gato 125.16), para el área de influencia indirecta, fue desarrollado basado en la propuesta metodológica presentada por la IFC en su Manual de Buena Práctica Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos: Guía para el Sector Privado en Mercados Emergentes (2015), considerando la información disponible en fuentes secundarias y datos obtenidos durante el desarrollo del presente proyecto. Los impactos serán presentados de forma tabulada, indicándose las actividades que pueden generarlos durante las etapas de implementación y utilización del proyecto.

6.1.1.3 Pasos Metodológicos

Los pasos metodológicos empleados en el presente análisis de impactos acumulativos comprenden lo siguiente:

- Paso 1: Definición de los límites espaciales o alcance geográfico del análisis, lo cual viene a ser la identificación de la superficie en la cual se presentaría la combinación de impactos relacionados con el proyecto de reservorios y otros proyectos. Para definir esto se tomó en consideración los resultados del análisis realizado como parte del levantamiento de información de línea base, donde se definió el área de influencia directa y el área de influencia indirecta de ambos reservorios. En cada una de ellas se realizó un análisis de impactos acumulativos por separado.
- Paso 2: Definición de la escala temporal del análisis, siendo esta el período de tiempo analizado dentro del cual pudieran presentarse interacciones entre el proyecto de reservorios y proyectos/obras/actividades cercanas. Para su definición, se toma en cuenta la duración de las etapas de construcción y operación de los reservorios, así como de los proyectos futuros, limitada por el grado de incertidumbre implícito en la información disponible sobre estos últimos.
- Paso 3: Identificación de las variables ambientales (componentes de valor) sobre las cuales pudieran ser generados impactos acumulativos, tomando en cuenta las diversas etapas del proyecto de reservorios multipropósito y de las obras, proyectos y actividades desarrolladas o por desarrollar, dentro de los límites del área seleccionada para el presente análisis, ya sea el área de influencia directa o indirecta.

- Paso 4: Identificación de proyectos/obras/actividades cuyo desarrollo pudiera generar impactos acumulativos. En el área de influencia directa la identificación se relaciona con aquellas actividades del proyecto de reservorio, asociadas a impactos acumulativos. Mientras que, en el área de influencia indirecta se seleccionan aquellos proyectos cuya etapa de construcción u operación, se desarrolle de forma simultánea con algunas de las etapas del proyecto de reservorio multipropósito, y que además pudiera implicar la aparición de impactos acumulativos sobre los componentes de valor seleccionados. Paso 5 Análisis de impactos acumulativos, a ser desarrollado por medio de la descripción de las modificaciones o cambios que pudieran presentarse, en las condiciones de línea base de los componentes de valor seleccionados, como resultado de las interacciones a presentarse, a nivel de impactos, entre las actividades de construcción y funcionamiento de los reservorios (análisis en el área de influencia directa) o entre la acciones asociadas a los reservorios multipropósito y las obras/proyectos/actividades del entorno (análisis en el área de influencia indirecta).
- Paso 6: Finalmente, y sobre la base de la descripción de los impactos acumulativos, se procede a presentar de forma preliminar (para el grado de diseño de los reservorios disponible), una serie de medidas preventivas o mitigantes por medio de las cuales procurar el manejo o gestión de los impactos acumulativos.

6.1.2 Contexto del análisis

El desarrollo de los primeros cuatro pasos mencionados en la sección metodológica es presentado en los puntos siguientes, posteriormente se describirá el análisis de impactos acumulativos tanto para el área de influencia directa como para el área de influencia indirecta.

6.1.2.1 Límite espacial del análisis

El ámbito espacial del análisis para este informe se concentra en las áreas donde pudieran presentarse impactos acumulativos relacionados con el proyecto de reservorios. Dicha superficie puede dividirse en dos áreas diferentes. La primera corresponde al área de influencia directa relacionada con los componentes: presa, ataguía, contra-ataguía, túnel de desviación, área de inundación del reservorio y el tramo del río La Villa desde la presa hasta el punto donde se estima la recuperación del caudal medio (componentes que se cuenta con información), dentro de la cual pudieran manifestarse impactos asociados a varias acciones del proyecto, con la consiguiente sumatoria o acumulación del aporte que cada una de ellas genera.

La segunda, se considerará la superficie correspondiente al área de influencia indirecta del proyecto (ver descripción en el Punto 5: Características del Área de Influencia, del presente documento), dentro de la cual pudieran manifestarse impactos asociados indirectamente a varias acciones del proyecto y de forma

directa o indirecta con otros proyectos, actividades y planes de desarrollo relacionados con el área donde se implantarán las obras, con la consiguiente sumatoria o acumulación del aporte que cada una de ellas genera.

6.1.2.2 Límite temporal del análisis

El análisis de impactos acumulativos se desarrollará para un período de tiempo específico, definido por la duración estimada de las etapas de construcción del proyecto de reservorios multipropósito y un período de operación a largo plazo procurando un bajo nivel de incertidumbre.

Bajo este criterio, el límite temporal del análisis realizado corresponde al período de construcción del proyecto, el cual se estima abarcaría un total de cinco años, iniciando en enero 2020 y culminando en el año 2025.

Una vez cumplidos los cinco años de construcción, se iniciaría el período de operación, en el cual se presentaría otro tipo de interacción con los proyectos cercanos. A efectos del presente análisis se considerarán los primeros 10 años de operación del reservorio (de 2025 a 2035), tomando en cuenta que luego de ese período se incrementa significativamente el grado de incertidumbre, en cuanto a: desarrollo de nuevas obras, el cierre potencial de proyectos existentes, entre otros aspectos que influyen en el análisis de los impactos acumulativos.

Para cumplir con el límite temporal de análisis antes indicado, en la búsqueda de información sobre proyectos existentes y en planificación, se revisó la información disponible en las siguientes fuentes:

- Documentos públicos del Ministerio de Ambiente, donde se considerarán aquellos proyectos que requirieron la presentación de estudios de impacto categorías II y III, ya que es factible que estos generen impactos acumulativos.

Considerando que, una vez aprobados los estudios de impacto, el promotor tiene dos años para iniciar la construcción del proyecto sin que revoque dicha autorización, se seleccionarán aquellos proyectos cuyo estudio de impacto ambiental haya sido consignado desde dos años antes de la fecha de inicio estimada para el proyecto de reservorios antes mencionada (2020), es decir aquellos estudios de proyectos de categoría II y III que se presentaron ante el Ministerio de Ambiente a partir del año 2018.

- Información disponible sobre planes de desarrollo local de entes gubernamentales relacionados con el desarrollo de las principales actividades existentes en el área: Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Ministerio de Ambiente, Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MIVIOT), Ministerio de Obras Públicas (MOP), Ministerio de Salud (MINSAL) y Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA).

- Información disponible en medios de comunicación sobre el desarrollo de proyectos públicos y privados a nivel local.

6.1.2.3 Límite temporal del análisis

La guía metodológica de la IFC define como componentes de valor a todo componente ambiental y social valorado (VEC por sus siglas en inglés, *Valued Environmental and Social Components*) o atributos ambientales y sociales que se consideran importantes en la evaluación de impactos y riesgos, que pueden ser afectados directa o indirectamente por un emprendimiento en particular, como por los efectos acumulativos ocasionados por otros emprendimientos.

La base para la selección de los VEC a ser considerados en el análisis se corresponde con la línea base del ámbito espacial del análisis, cuya información fue presentada en el Punto 5: Características del Área de Influencia, del presente documento. Dicha información fue combinada con la identificación de impactos ambientales y sociales realizada como parte del análisis de alternativas (Sección 3 del presente documento), donde se identifican las posibles afectaciones al entorno que pudieran presentarse durante el desarrollo de los reservorios multipropósito.

Los componentes de valor (VEC) seleccionados para el presente análisis de impactos acumulativos, abarcan diversos aspectos tanto en el área de influencia directa (impactos acumulativos entre actividades de construcción y operación de los reservorios), como en el área de influencia indirecta (impactos acumulativos con otros proyectos o actividades).

Para el área de influencia directa, los componentes de valor o componentes ambientales sobre los cuales pueden ser generados impactos acumulativos por las obras, incluyen lo siguiente:

- Microclima.
- Calidad del aire.
- Ruido ambiental.
- Agua superficial (calidad).
- Suelos.
- Hábitat terrestre.
- Hábitat acuático.

El componente social presente en el AID no estará relacionado con la aparición de impactos acumulativos, ya que, si bien deberá ser reubicado en su totalidad antes de iniciarse la construcción del proyecto de reservorios, siendo esto un impacto de alta significancia y permanente estará asociado solamente con la

actividad liberación de espacios, siendo necesario que un impacto se relacione con más de una actividad para ser considerado acumulativo. En el área de influencia indirecta, los componentes de valor considerados abarcan lo siguiente:

- Aire.
- Ruido ambiental.
- Hábitat terrestre.
- Hábitat acuático.
- Recursos dulceacuícolas.
- Comunidades.

6.1.2.4 Identificación de proyectos, obras y actividades a considerar

La identificación de proyectos, obras y actividades cercanas, cuyo desarrollo pudiera presentarse durante algunas de las etapas del proyecto de reservorios multipropósito (construcción y operación), y que por ende pudiera implicar la aparición de impactos acumulativos en el área de influencia indirecta, sobre los componentes de valor seleccionados, fue desarrollada siguiendo el procedimiento y consideraciones señaladas anteriormente en la sección metodológica, lográndose identificar una serie de actividades, incluyendo al proyecto de reservorios multipropósito en la cuenca del río La Villa, como se indica a continuación:

- Reservorios multipropósito en la cuenca del río La Villa.
- Fincas con producción agrícola.
- Fincas con producción pecuaria.
- Fincas con producción forestal.
- Usos residencial y comercial.
- Construcción y mantenimiento de vías nacionales.
- Turismo.

6.1.3 Resultados del análisis

Los resultados obtenidos en el análisis de impactos acumulativos, siguiendo los pasos metodológicos y criterios descritos anteriormente, son presentados en forma cualitativa, en las secciones siguientes. Los impactos ambientales y sociales potenciales, tanto del proyecto de reservorio multipropósito, como de las obras y actividades que serán desarrolladas en su área de influencia directa e indirecta, identificados anteriormente, fueron analizados con el fin de describir el efecto combinado de los mismos, sobre los componentes de valor o VEC.

- **Impactos acumulativos en el área de influencia directa**

En la Tabla 5 se presenta de forma resumida los potenciales impactos acumulativos relacionados a la construcción y operación de los reservorios multipropósito, en el área de influencia directa, es decir, aquellos impactos que, por estar relacionados con diversas actividades del proyecto, presentan un proceso acumulativo cuando dichas actividades se superponen en tiempo y espacio.

Tabla 5. Impactos de carácter acumulativo

Componente de valor	Descripción de impactos acumulativos
Microclima	<p>El cambio en las condiciones microclimáticas se relaciona con un incremento en la temperatura del aire, como resultado de la pérdida de vegetación arbórea y la transformación de espacios naturales para la construcción de estructuras, por lo tanto, se acumulará el impacto generado por las siguientes actividades, asociadas a la etapa de construcción:</p> <p>Limpieza y desmonte. Construcción de obras permanentes.</p> <p>Para la etapa de operación, el impacto no se presentará de forma acumulativa</p>
Calidad del aire y ruido ambiental	<p>La presencia de personal, equipos y maquinarias requeridos en todas las actividades del proyecto implicará la presencia de emisiones gaseosas y de material particulado, así como un incremento en los niveles de ruido, durante toda la etapa de construcción de los reservorios y, en mucho menor grado, durante su funcionamiento.</p>
Agua superficial (calidad)	<p>Diversas actividades constructivas pueden generar aportes de sustancias contaminantes a los cursos de agua durante actividades como:</p> <p>Limpieza y desmonte. Construcción de instalaciones temporales y de apoyo. Excavaciones y rellenos. Construcción de obras permanentes.</p> <p>Durante dichas actividades pueden presentarse aportes de materiales sólidos (suelos, agregados, cemento), así como sustancias contaminantes como combustibles y lubricantes, como resultado de la exposición del suelo al efecto erosivo de la escorrentía y del viento, almacenamiento temporal de material sólido, fugas o derrames de sustancias. En todos los casos, ya sea que el aporte se presente de forma directa o indirecta, la calidad del agua puede verse alterada por el aporte de dichas sustancias y materiales.</p>

Componente de valor	Descripción de impactos acumulativos
Suelos	<p>En la etapa constructiva de los reservorios, los suelos pueden ser afectados de diversas formas, por una parte, los cambios en la estabilidad del suelo producto de ciertas actividades del proyecto, favorecerán la ocurrencia de procesos erosivos, especialmente donde se localicen las mayores pendientes. La pérdida de estabilidad pudiera presentarse como resultado de la remoción de la capa vegetal, excavaciones, rellenos y la construcción de estructuras en zonas de pendiente. A su vez, el suelo movilizado puede ocasionar deslizamientos y una potencial sedimentación de cursos de agua, en caso de que alcance o sea transportado hacia los cursos de agua cercanos.</p> <p>Estos impactos pueden relacionarse con diversas actividades constructivas como son:</p> <p>Limpieza y desmonte. Construcción de instalaciones temporales y de apoyo. Excavaciones y rellenos. Construcción de obras permanentes.</p> <p>Por otra parte, durante el funcionamiento de los reservorios, el cambio en los niveles del agua producto del manejo del mismo, puede generar la aparición de procesos erosivos, así como el desprendimiento de masas de suelo de tamaños variables, en el borde del área a ser ocupada por el espejo de agua. Sin embargo, por ser el impacto producto de una sola actividad (manejo del reservorio), no se le considera acumulativo.</p>
Hábitat terrestre y acuático	<p>El hábitat terrestre y acuático podría verse alterado como resultado de las actividades de construcción, producto de la alteración de la calidad del aire por el aporte de gases o sustancias contaminantes desde las maquinarias empleadas, el incremento en los niveles de ruido y en la intensidad lumínica (en caso de actividades nocturnas).</p> <p>El hábitat, y las especies que los ocupan, también pueden ser afectados por los deterioros en la calidad del agua y sedimentación de cursos de agua que pudieran presentarse, en aquellas áreas donde sean donde la remoción de vegetación y los movimientos de tierra generen el arrastre de sólidos por acción del viento y la escorrentía.</p> <p>Asimismo, el hábitat terrestre es alterado producto de la remoción de vegetación en el área de los futuros reservorios y en los sectores donde se procederá a la construcción de la presa, ataguía y contraataguía. En estos espacios la fauna perderá espacios de dispersión, alimentación y/o reproducción.</p> <p>Una vez construidos los reservorios e iniciado su funcionamiento, se presentará una transformación de las condiciones producto de la presencia</p>

Componente de valor	Descripción de impactos acumulativos
	<p>del espejo de agua del reservorio, modificándose los hábitat terrestres y acuáticos existentes, en vista que un tramo del río La Villa y del río El Gato pasarán a ser ambientes lénticos y áreas terrestres pasarán a estar sumergidas.</p> <p>En esta etapa, para ambos reservorios, también se presenta una modificación de las condiciones existentes aguas abajo de la presa, en vista de la retención de agua en el reservorio, de tal manera que se reduce el caudal promedio desde el sitio de presa hasta el punto en el cual los aportes externos restituyen el volumen de agua actualmente existente. La presencia de la presa además minimiza los cambios bruscos de caudal del río y reduce la humedad del suelo en el área terrestre ubicada en el margen de cada cauce.</p>

Fuente: URS Holdings, Inc., 2019.

- **Impactos acumulativos en el área de influencia indirecta**

La descripción del tipo de interacción o proceso acumulativo estimado a presentarse en el área de influencia indirecta, como resultado de las implicaciones ambientales potenciales (impactos) asociados a cada una de las actividades, proyectos o planes identificados en el área de influencia indirecta del proyecto de reservorio multipropósito, así como del propio proyecto de reservorios tanto presentes como futuros, se expone a continuación de forma tabulada para cada uno de los componentes de valor anteriormente identificados (Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8).

Tabla 6. Descripción de impactos acumulativos en el área de influencia indirecta. Componente de valor: aire y ruido ambiental

Proyectos / Actividades / Planes Estatales	Descripción del aporte del proyecto, actividad o plan estatal en cuanto a impactos acumulativos sobre el área de influencia indirecta de los reservorios Componente de valor: aire y ruido ambiental
<p>Reservorios multipropósito en la microcuenca del río La Villa y subcuenca del río El Gato</p>	<p>Los componentes asociados al proyecto de reservorios y el manejo de las aguas son variados, sin embargo, al momento de la elaboración del presente documento, solo se disponía de información relacionada con las características de la presa, la ataguía, la contra ataguía, el túnel de desviación y la superficie a ser ocupada por el reservorio.</p> <p>Aunque no se dispone de especificaciones en cuanto al procedimiento constructivo de los mismos, se puede inferir que dichos componentes implicarán la realización de diversas actividades que pueden generar emisiones de gases de combustión y el incremento en los niveles de ruido, como son:</p> <p>Movilización de equipo para transporte de personal, equipos, insumos y desechos, hacia y desde los frentes de trabajo. Esta actividad implicará la presencia de gran cantidad y diversidad de motores de combustión, donde la calidad de las emisiones dependerá de las condiciones de mantenimiento de estos. De igual manera, estos equipos generarán altos niveles de ruido que se dispersarán hacia el entorno del área de influencia directa. No se tiene información acerca de la cantidad de trabajadores, disponibilidad de transporte por parte de la constructora, ni la proveniencia del personal.</p> <p>Limpieza y desmonte para el acondicionamiento de las áreas de construcción, donde la remoción de la cubierta vegetal ocasiona la exposición del suelo descubierto, al efecto de arrastre por parte del viento, lo cual a su vez puede resultar en la generación de polvo, especialmente durante la temporada seca. No se dispone de información en cuanto al volumen de restos vegetales a remover, ni criterios de deforestación y limpieza.</p> <p>Construcción de instalaciones temporales y permanentes. Esta actividad, en vista que no se dispone de información sobre todas las estructuras temporales y permanentes (solo se conoce ubicación de la presa, ataguía, contra ataguía y túnel de desviación, además del área a ser inundada), se infiere que, además de la presencia de maquinarias cuyas emisiones pueden ocasionar alteraciones a la calidad del aire, pudiera implicar la presencia de una planta de concreto donde es factible la ocurrencia de emisiones de material particulado y ruido, durante el manejo de agregados y cemento, así como en la preparación del concreto.</p> <p>Excavaciones y Rellenos. El manejo de materiales generados durante las excavaciones (ej: construcción del túnel de desviación) y del material a ser empleado en rellenos (ej: en la construcción de la ataguía), puede ocasionar emisiones de material particulado por efecto del arrastre de dicho material por efecto del viento que pudieran esparcirse al área de influencia indirecta. En este momento no se dispone de información relacionada con volúmenes de excavación y relleno, así como sitios de acopio de dichos materiales.</p> <p>Manejo de las aguas de los reservorios. Si bien no se dispone de información acerca de esta actividad, en líneas generales la misma requerirá el uso de uno o varios sistemas de bombeo que, dependiendo de sus</p>

Proyectos / Actividades / Planes Estatales	Descripción del aporte del proyecto, actividad o plan estatal en cuanto a impactos acumulativos sobre el área de influencia indirecta de los reservorios Componente de valor: aire y ruido ambiental
	<p>características de diseño, pudieran incrementar los niveles de ruido en su entorno. Adicionalmente, los reservorios de agua son una fuente de gases de efecto invernadero como es el metano y el dióxido de carbono, producto de la descomposición de la vegetación acumulada en el fondo de estos (como se describe más adelante en la sección 6.3.1).</p> <p>Mantenimiento de las Instalaciones del Proyecto. Una vez en funcionamiento el reservorio, las obras asociadas y sistemas operativos requerirán de cierto mantenimiento preventivo y correctivo, el cual, dependiendo del alcance y del tipo de equipo necesarios, pudiera incrementar los niveles de ruido alrededor del área de trabajo, así como aportar emisiones potencialmente contaminantes que pueden dispersarse sobre el entorno. En este momento no se dispone de información específica a este respecto.</p> <p>Adicionalmente, los equipos y maquinarias empleados en diversas actividades de construcción pudieran generar emisiones de gases de efecto invernadero, los cuales, así como los gases de combustión, material particulado y el ruido, pueden ser movilizados hacia el área de influencia indirecta del proyecto. No se estima que durante la operación de los reservorios se generen emisiones de este tipo de gases que afecten el área de influencia indirecta.</p>
<p>Fincas con producción agrícola</p>	<p>En el área de influencia de los reservorios, están presentes terrenos donde se desarrollan actividades agrícolas, siendo un sector donde se encuentran siembras de diversos productos como yuca, ñame, otoi, guandú, poroto, frijoles, maíz, arroz, caña de azúcar, sandía, melón y zapallo, y en menor grado cebolla, pepino, pimentón, tomate de mesa, café, plátano, entre otros.</p> <p>La agricultura se ha relacionado tradicionalmente con la generación de diversos impactos ambientales, como resultado de las actividades requeridas para acondicionar las áreas de siembra, el manejo de las especies sembradas y la obtención de los productos. Las implicaciones de algunos de estos impactos pueden sumarse a las generadas por los impactos acumulativos de los reservorios, como se describe a continuación.</p> <p>El acondicionamiento de espacios para el desarrollo de las actividades agrícolas, donde las maquinarias a emplearse incrementan temporalmente los niveles de ruido, aportan emisiones de gases contaminantes y, al removerse la vegetación existente, los suelos pueden ser arrastrados por el viento y alterar la calidad del aire por emisiones de material particulado.</p> <p>Durante el resto de las etapas del manejo de las especies sembradas, también pudieran presentarse emisiones de gases de combustión a partir de los equipos empleados.</p>

Proyectos / Actividades / Planes Estatales	Descripción del aporte del proyecto, actividad o plan estatal en cuanto a impactos acumulativos sobre el área de influencia indirecta de los reservorios Componente de valor: aire y ruido ambiental
	<p>Asimismo, durante la aplicación de pesticidas, herbicidas y fertilizantes, especialmente en grandes superficies, puede presentarse el deterioro de la calidad del aire por el arrastre de dichas sustancias por efecto del viento, que, si bien no se corresponden con sustancias a ser empleadas en el proyecto de los reservorios, contribuyen al deterioro en general de la calidad del aire, especialmente si dicha aplicación coincide con el desarrollo de actividades constructivas de los reservorios.</p>
<p>Fincas con producción pecuaria</p>	<p>Las actividades pecuarias existentes en el área de influencia indirecta de los reservorios comprenden ganado vacuno y porcino. Hay cierta presencia de cría de aves, pero no se desarrolla de forma comercial a gran escala. La producción porcina es levemente superior a nivel de producción comercial que la cría de ganado vacuno, estando muy proliferadas y se presentan fincas de ganadería extensiva sobre pasto natural y fincas de pasto mejorado, que buscan implementar un manejo más intensivo.</p> <p>Esta actividad puede aportar al deterioro de la calidad del aire e incremento en los niveles de ruido, tanto desde los camiones empleados para el transporte de insumos y productos hacia y desde los potreros y áreas de cría, como por la generación de gases de efecto invernadero, entre ellos destacamos el dióxido de carbono (CO₂) y el metano (CH₄) a partir de la fermentación entérica y las heces, ya que dichos gases también serían emitidos desde los reservorios multipropósito, sumándose el efecto de ambas emisiones, durante la etapa de construcción de dichos reservorios, particularmente el proceso de acumulación se presentaría en los sectores cercanos al área de influencia directa.</p>
<p>Fincas con producción forestal</p>	<p>La explotación forestal corresponde a una actividad que implica ciertos impactos sobre el presente componente de valor, los cuales se sumaría a las implicaciones ambientales de los reservorios multipropósito. En el área de influencia indirecta de los reservorios, se observaron plantaciones forestales ocupando una superficie total de 38.52 ha, aunque correspondían principalmente a siembra de árboles de teca, en la orilla de los potreros y áreas cercanas a las viviendas, mientras que en otros sectores se observó la siembra de caoba africana.</p> <p>Los impactos generados por la explotación forestal sobre la calidad del aire se relacionan principalmente con las emisiones de material particulado (polvo) y gases por los equipos de explotación del recurso, algunos de los cuales también serían generados por la construcción y operación de los reservorios multipropósito. Cabe señalar que los impactos sobre el presente componente de valor, asociados a las plantaciones forestales, se encuentran minimizados por estar asociado a prácticas a pequeña escala con fines no comerciales.</p>

Proyectos / Actividades / Planes Estatales	Descripción del aporte del proyecto, actividad o plan estatal en cuanto a impactos acumulativos sobre el área de influencia indirecta de los reservorios Componente de valor: aire y ruido ambiental
	<p>En el caso del material particulado, su emisión se relaciona con el arrastre que ocasiona el viento de las capas superficiales de suelo en las áreas que quedan expuestas después de la eliminación de los árboles, así como por el efecto del paso de los camiones que transportan los productos en caso de transitar por caminos de tierra.</p> <p>Por otra parte, la emisión de gases pudiera relacionarse con la quema de los desechos resultantes de la explotación forestal, en caso de realizarse dicha práctica, donde dicha quema genera emisiones de monóxido y dióxido de carbono, óxido de nitrógeno, óxidos de azufre, dioxinas (al arder restos agrícolas que han estado en contacto con plaguicidas clorados), entre otros. Asimismo, los camiones y vehículos en general asociados a las actividades forestales generarán emisiones de gases de combustión. Indirectamente, la deforestación aumenta los niveles de dióxido de carbono atmosférico, ya que los árboles contribuyen a su captación.</p> <p>En líneas generales la tala de árboles y el transporte de productos en las áreas de producción forestal, también se relacionan con emisiones de ruido, que pueden tener un efecto acumulativo con los ruidos a ser generados en la construcción y operación de los reservorios.</p> <p>La generación de impactos y su significancia, variará espacialmente dependiendo de la etapa en la que se encuentre cada lote de producción forestal.</p> <p>El uso de especies forestales principalmente para generación de sombra y delimitar potreros, como en el área de influencia de los reservorios, reduce significativamente la generación de impactos respecto a las áreas donde estas especies son sembradas para explotación comercial.</p>
Usos residencial y comercial	<p>En el área de influencia indirecta de los reservorios están presentes 29 centros poblados que permanecerán durante la construcción y operación de dichos reservorios, siendo los más significativos, es decir, aquellos con 50 habitantes o más, los siguientes: Ojo De Agua, El Pedernal Arriba, El Alto, El Cedro, Tierras Blancas, El Chorrillo, Las Pipas, El Salitre Arriba, Pan de Azúcar, Quebrada del Rosario Abajo, Los Pozos, La Canoa, Alto del Río, Jacintillo, El Capurí, Los Cerros De Paja, La Mesa, Pitaloza Abajo, Pitaloza Arriba, El Canafístulo, Llana Abajo, Llana Arriba, El Caracucho, Los Peladeros, Las Matas Abajo, La Llanita, La Sabaneta de Los Leones, Pozos Arriba, Las Lagunitas. Cabe señalar que las áreas donde serán reubicados los centros poblados presentes en el área del reservorio no fueron consideradas, ya que en este momento no se dispone de información acerca de las mismas.</p>

Proyectos / Actividades / Planes Estatales	Descripción del aporte del proyecto, actividad o plan estatal en cuanto a impactos acumulativos sobre el área de influencia indirecta de los reservorios Componente de valor: aire y ruido ambiental
	<p>En las áreas rurales se desarrollan actividades residenciales y comerciales, por la presencia de ventas de comida, ferreterías, almacenes. En información disponible de la Contraloría Nacional sobre el censo del año 2010 y predicciones para el año 2020, se estima un crecimiento para la provincia de Herrera de 0.22% anual. Esta tasa de crecimiento se considera baja y, por ende, en caso de mantenerse para el momento de la construcción de los reservorios se considera poco significativo el impacto sobre el aire y los niveles de ruido por actividades de construcción de nuevas viviendas y estructuras, asociadas al crecimiento de los centros poblados, de tal manera que los impactos acumulativos pueden ser relacionados con las condiciones existentes actualmente.</p> <p>Este tipo de actividades genera actualmente afectaciones a la calidad del aire por la quema de desechos domésticos, que si bien no es una actividad que será realizada para la construcción y operación de los reservorios, implica la emisión de ciertos gases que pudieran sumarse a las emisiones de las maquinarias de construcción. Entre estos gases tenemos el monóxido de carbono, el dióxido de carbono y el óxido de nitrógeno. A este respecto debemos considerar también la presencia de vehículos asociados a las actividades del área rural.</p> <p>Por otra parte, en las áreas residenciales se generan elevados niveles de ruido producto del tránsito vehicular, el uso de equipos de audio, el funcionamiento de centros de esparcimiento y por las actividades de construcción o remodelación de estructuras. Se estima que pudiera presentarse un efecto acumulativo en cuanto al incremento en los niveles de ruido si estas actividades coinciden con el desarrollo de la construcción de los reservorios y estructuras complementarias temporales y permanentes, especialmente en el entorno del área de influencia directa.</p> <p>1- La superficie en la cual se dispersarán los ruidos generados por el proyecto en el área de influencia indirecta donde se presentaría un proceso de acumulación, corresponde a los sectores cercanos al límite del área de influencia directa, hasta una distancia estimada de 500 metros, donde se localizan viviendas asociadas a centros poblados como por ejemplo Los Pozos y Bajo del Cajeto.</p>
Construcción y mantenimiento de vías nacionales	<p>En diversos sectores de los corregimientos que forman parte (parcialmente) del área de influencia de los reservorios, el Ministerio de Obras Públicas (MOP) ha llevado a cabo diversos proyectos viales de asfaltado, mejoras viales, recuperación y reparación de vías de acceso incluyendo la reparación de calles, puentes y caminos.</p>

Proyectos / Actividades / Planes Estatales	Descripción del aporte del proyecto, actividad o plan estatal en cuanto a impactos acumulativos sobre el área de influencia indirecta de los reservorios Componente de valor: aire y ruido ambiental
	<p>La información disponible muestra que en el segundo semestre del año 2018 se mantenían los trabajos de reparación vial y construcción de nuevos puentes, atendiendo solicitudes de las comunidades de productores, en distritos relacionados con el área de influencia de los reservorios. Considerando la gran cantidad de caminos de producción y vías de circulación en la cuenca del río La Villa, pudiera estimarse que dichas actividades continuarán desarrollándose en el futuro.</p> <p>Los proyectos de mejoras viales, especialmente cuando implican la construcción de nuevas estructuras o la ampliación de las existentes, pueden implicar desarrollar actividades como la remoción de vegetación, afectación de cauces, movimientos de tierra, transporte de materiales, construcción / adecuación de drenajes, asfaltado, entre otros. Dichas actividades constructivas pueden alterar las condiciones existentes en cuanto a la calidad del aire, producto de las emisiones de los motores a combustión de las maquinarias, camiones y vehículos en general, así como los niveles de ruido, por el funcionamiento de los mismos, cuya importancia dependerá del tipo de maquinarias, actividades desarrolladas, condiciones existentes y magnitud de las obras.</p> <p>Posteriormente, una vez en funcionamiento la nueva red vial o las vías reparadas, las emisiones gaseosas que pueden presentarse corresponden a las generadas por los usuarios de estas.</p>
Turismo	<p>Las actividades relacionadas de forma directa e indirecta con el turismo que se desarrolla en el área de Azuero, y que a su vez se presentan en el área de influencia de los reservorios, comprende el tránsito de turistas desde y hacia la reserva forestal El Montuoso. Asimismo, la Autoridad de Turismo de Panamá (ATP) y el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) han desarrollado el Programa de Agroturismo como segmento del turismo rural, acreditando fincas que desarrollen esta modalidad de turismo en diversas partes del país incluyendo las provincias de Los Santos y Herrera.</p> <p>Las fincas han estado conformando cierto punto de atracción turística y el tránsito de vehículos hacia las mismas pudiera contribuir, aunque en baja significancia, con el aporte de gases de combustión y ruido, en caso de implantarse este tipo de actividades en el área de influencia indirecta de los reservorios. Asimismo, la presencia de turistas en el área contribuye a un incremento de ruido, aunque poco significativo respecto al ruido que pudiera ser generado por la construcción del reservorio.</p>

Tabla 7. Descripción de impactos acumulativos en el área de influencia indirecta. Componente de valor: hábitat terrestre y acuático

Proyectos / Actividades / Planes Estatales	Descripción del aporte del proyecto, actividad o plan estatal en cuanto a impactos acumulativos sobre el área de influencia indirecta de los reservorios Componente de valor: hábitat terrestre y acuático
<p>Reservorios multipropósito en la microcuenca del río La Villa y subcuenca del río El Gato</p>	<p>La construcción de los reservorios pudiera generar la alteración de ciertas condiciones existentes en el área de influencia indirecta, es decir, en el entorno de los reservorios y del tramo del río sometido a caudal reducido, resultantes del incremento en los niveles de ruido y dispersión de gases contaminantes y material particulado, adicionalmente, en caso que las instalaciones temporales cuenten con un sistema de iluminación para fines de vigilancia o durante actividades constructivas realizadas en horario nocturno, dicha luminosidad pudiera afectar a la fauna que utilice los hábitats cercanos, especialmente en el caso de las zonas boscosas, donde se presenta una mayor diversidad de especies.</p> <p>La alteración de los hábitats cercanos, tanto terrestres como acuáticos, pudiera implicar que la zona afectada pierda las condiciones necesarias para su aprovechamiento por parte de algunas especies, las cuales se desplazarían hacia otros sectores, ocasionando una pérdida indirecta de hábitat para las mismas. Una vez finalizadas las actividades constructivas algunas especies pudieran retornar a las áreas.</p> <p>Por otra parte, en la etapa de operación y una vez conformados los reservorios, las especies acuáticas y terrestres adaptadas a sectores con presencia de aguas corrientes, pudieran verse desplazadas del entorno del área a ser inundada, representando esto una pérdida de espacios de dispersión o pérdida de hábitat.</p> <p>Esta pérdida de espacios también puede generar una alteración en la biodiversidad de especies acuáticas existente en ciertas secciones de los ríos que drenan a los reservorios, ya que la presa impedirá que aquellas especies que se encuentren aguas abajo de la misma puedan desplazarse y alcanzar los cursos de agua ubicados aguas arriba de los reservorios.</p> <p>En la etapa de operación, la superficie ocupada por los reservorios pudiera convertirse en cierta forma en una barrera para el desplazamiento de ciertas especies de fauna terrestre, lo cual pudiera entenderse, como una pérdida de hábitat para aquellas especies que anteriormente se movilizaban a través o dentro de las áreas a ser inundadas en los ríos La Villa y El Gato.</p>
<p>Fincas con producción agrícola</p>	<p>Las actividades agrícolas se caracterizan por la remoción de la cobertura vegetal existente, para el acondicionamiento de espacios donde se ejecutaría la siembra de productos de consumo personal y/o para su comercialización. Por esto, esta actividad genera de forma directa la pérdida permanente de hábitat y, aunque en el área de influencia indirecta predominan los espacios ocupados por hábitats de baja importancia relativa como son los pastizales y rastrojos, todavía se observan algunos sectores con presencia de vegetación boscosa.</p>

Proyectos / Actividades / Planes Estatales	Descripción del aporte del proyecto, actividad o plan estatal en cuanto a impactos acumulativos sobre el área de influencia indirecta de los reservorios Componente de valor: hábitat terrestre y acuático
	<p>La pérdida de hábitat terrestre producto de la deforestación asociada al avance de las actividades agrícolas, pudiera presentar un efecto acumulativo con el proyecto de reservorios, para los cuales también se presentará una remoción de vegetación para la construcción de los reservorios y por el efecto barrera a ser generado por el área a ser ocupada por los mismos.</p> <p>Por otra parte, en las fincas de producción agrícola se pueden presentar deterioros al hábitat acuático por aportes de agroquímicos, lo cual se sumaría al deterioro que pudiera general el aporte de sustancias químicas durante la construcción de los reservorios, anteriormente mencionado, en caso de coincidir en cuanto al curso de agua afectado.</p>
Fincas con producción pecuaria	<p>Las actividades pecuarias generan sobre el entorno un efecto similar al desarrollo de actividades agrícolas, al observarse la remoción de vegetación arbórea y arbustiva, ya sea para contar con espacios para la construcción de estructuras de apoyo para la actividad o para la dispersión y alimento de algunas especies.</p> <p>En caso de que sean afectados nuevos espacios para la práctica de actividades pecuarias, tanto por la expansión de las existentes, como por la llegada de nuevos desarrollos, durante la etapa de construcción de los reservorios, la pérdida de hábitat ocasionada por ambas actividades se sumaría.</p>
Fincas con producción forestal	<p>Las áreas empleadas para la producción de recursos forestales se asocian con una modificación de la diversidad de especies arbóreas, ya que normalmente se busca el desarrollo de un monocultivo enfocado a la especie de interés.</p> <p>En estas áreas se presenta una modificación del hábitat en varias etapas, iniciando con el acondicionamiento de las mismas donde se presenta la pérdida de la vegetación natural que pudiera incluir áreas boscosas, posteriormente se conforma un área de baja diversidad de vegetación, como se mencionó anteriormente, la cual presenta menor interés para la fauna que los bosques naturales, pero que permite el establecimiento de cierta diversidad de especies. Esta alteración se presenta periódicamente durante las etapas de tala y siembra como parte del manejo del área y pudieran sumarse a la pérdida de hábitat asociada a los reservorios, en las áreas de producción forestal ubicadas en el entorno del área de influencia directa y en caso de que alguno de los usos existentes se modifique hacia la producción de especies de interés forestal.</p>

Proyectos / Actividades / Planes Estatales	Descripción del aporte del proyecto, actividad o plan estatal en cuanto a impactos acumulativos sobre el área de influencia indirecta de los reservorios Componente de valor: hábitat terrestre y acuático
	<p>En algunos sectores de las áreas de producción forestal, la pérdida de hábitat se genera de forma permanente y está relacionada con la construcción de vías, estructuras de apoyo y acondicionamiento de espacios para el manejo del producto, donde se realizaría la remoción de la vegetación existente y, en ocasiones, actividades de corte y relleno.</p> <p>En el área de influencia indirecta de los reservorios, la presencia de especies de importancia forestal alrededor de casas y delimitando potreros, reduce considerablemente la afectación a los hábitats terrestres y acuáticos, producto de su siembra.</p>
Usos residencial y comercial	<p>Las áreas rurales actualmente existentes en el entorno del proyecto han alterado las condiciones existentes como resultado del acondicionamiento de espacios para la construcción de estructuras como viviendas y comercios, lo cual requirió la remoción de la vegetación existente. Por otra parte, en el caso de las áreas de mayor densidad de viviendas y presencia de comercios, especialmente cerca de vías de circulación, los niveles de ruido se presentan elevados de forma ocasional por el tráfico vehicular.</p> <p>A pesar de lo anteriormente descrito, la predominancia de viviendas dispersas y baja presencia de comercios en el área de influencia indirecta, donde los centros poblados muestran un lento crecimiento, es decir una baja intensidad de construcción de nuevas estructuras, hace considerar que la afectación del hábitat no se incrementará significativamente en el período evaluado, por lo tanto, no se presentará un impacto acumulativo sobre el componente de valor evaluado.</p>
Construcción y mantenimiento de vías nacionales	<p>Los proyectos de construcción de nuevas vías de penetración y los planes de mantenimiento vial y de puentes desarrollado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) y en cierta forma aunque mucho menos significativa, la construcción de nuevas vías y el mantenimiento de las existentes por parte de algunos de los propietarios de las fincas, afecta de forma reducida los hábitats existentes, ya que en su mayoría se desarrollan en sectores donde ya se presenta cierta circulación y por ende ya intervenidos.</p> <p>El desarrollo de nuevas vías en zonas no intervenidas y con dimensiones significativas, en cuanto a la afectación de hábitats naturales, se considera limitado en el área, en vista que los propietarios de las fincas no requieren desarrollar vías de acceso de grandes dimensiones y predomina la presencia de terrenos privados.</p>

Proyectos / Actividades / Planes Estatales	<p>Descripción del aporte del proyecto, actividad o plan estatal en cuanto a impactos acumulativos sobre el área de influencia indirecta de los reservorios</p> <p>Componente de valor: hábitat terrestre y acuático</p>
	<p>En vista a estas condiciones, se considera que las actividades de construcción y mantenimiento vial pudieran afectar al hábitat terrestre y acuático de forma restringida y en el entorno de las vías actualmente existentes (por remoción de vegetación, ruido y potencial aporte de sustancias químicas a los suelos y aguas). En caso de que estas vías se localicen en el área de influencia indirecta de los reservorios y a una distancia de los reservorios menor de 100 m, la pérdida de hábitat por parte de ambos proyectos presentaría un proceso acumulativo, tanto en las etapas de construcción como de operación.</p>
Turismo	<p>Las fincas agroturísticas que puedan desarrollarse en el área de estudio se caracterizan por su bajo impacto en el entorno, por lo cual y en vista que se desarrollarían en fincas ya establecidas luego de un proceso de certificación por parte del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) y la Autoridad de Turismo de Panamá (ATP), no se estima que las mismas ocasionen impactos sobre los hábitats terrestres y acuáticos.</p> <p>Adicionalmente, el tránsito de turistas hacia las áreas de interés como El Montuoso implica, dentro del área de influencia indirecta de los reservorios, la circulación a través de vías existentes y en menor intensidad que el tráfico comúnmente observado en el área, por lo cual tampoco se considera que dicho tráfico pudiera generar impactos sobre los hábitats terrestres y acuáticos.</p>

Tabla 8. Descripción de impactos acumulativos en el área de Influencia Indirecta. Componente de valor: recursos dulceacuícolas y comunidades

Proyectos / Actividades / Planes Estatales	Descripción del aporte del proyecto, actividad o plan Estatal en cuanto a impactos acumulativos sobre el área de influencia indirecta de los reservorios Componente de valor: Recursos dulceacuícolas y comunidades
<p>Reservorios multipropósito en la microcuenca del río La Villa y subcuenca del río El Gato</p>	<p>Los reservorios a ser implementados en la cuenca del río la Villa, ocasionarán diversos impactos sobre las comunidades ubicadas en el área de influencia indirecta, como resultado de los cambios a ser generados en las condiciones actualmente existentes.</p> <p>Por una parte, el proyecto tendrá implicaciones positivas sobre la comunidad relacionadas con la oferta de empleo, especialmente en su etapa constructiva, así como la estimulación de la economía local por la compra de algunos insumos y materiales para las obras, así como el transporte y alimentación del personal asociado a las mismas.</p> <p>En la etapa de construcción, durante la ocupación y acondicionamiento de espacios, las comunidades cercanas serán afectadas por la dispersión de ruido y polvo, así como por la modificación en las rutas de circulación, en vista que algunas vías son interceptadas por los frentes de trabajo. Adicionalmente, los cierres perimetrales que puedan realizarse en algunos de los sectores intervenidos modificarán los patrones de circulación de los habitantes del sector que se desplazan caminando o a caballo, incluyendo el acceso a cursos de agua temporales y permanentes.</p> <p>En la etapa de operación también pueden presentarse afectaciones a los recursos dulceacuícolas y las comunidades que los aprovechan, tanto en el río La Villa como en el río El Gato, ya que los reservorios pudieran modificar la diversidad de las especies acuáticas de interés para la pesca local, tanto en el área a ser inundada como aguas arriba y aguas abajo de la misma, pudiéndose afectar a las poblaciones ubicadas en el área de influencia indirecta, en un grado de significancia que dependerá de la intensidad con que cada comunidad utiliza los recursos acuáticos y la dependencia hacia los mismos.</p> <p>Cabe señalar que, durante el funcionamiento de los reservorios, los cambios en las condiciones existentes aguas abajo de los mismos, incluyen la mitigación de los cambios en el caudal del río El Gato y La Villa, ya que los reservorios funcionarán como estructuras de regulación que, entre otros efectos, pudiera contribuir en reducir la probabilidad de ocurrencia y/o la intensidad, de los eventos de crecida.</p>
<p>Fincas con producción agrícola</p>	<p>Las fincas donde se desarrollan actividades de producción agrícola conforman una fuente de empleos y productos para el desarrollo de las comunidades rurales, desarrollándose ambas de forma armónica. En vista que la información disponible no refleja planes de crecimiento de estas fincas, hacia sectores ocupados por las comunidades, se descarta la ocurrencia de impactos sobre las mismas.</p>

Proyectos / Actividades / Planes Estatales	Descripción del aporte del proyecto, actividad o plan Estatal en cuanto a impactos acumulativos sobre el área de influencia indirecta de los reservorios Componente de valor: Recursos dulceacuícolas y comunidades
	Con relación a los recursos dulceacuícolas, estos pudieran ser afectados por aportes de agroquímicos a los cuerpos de agua, es decir, por un efecto indirecto sobre la calidad del agua, lo cual pudiera sumarse a deterioros asociados a la construcción de los reservorios.
Fincas con producción pecuaria	Las fincas donde se desarrollan actividades de producción pecuaria conforman una fuente de empleos y productos para el desarrollo de las comunidades rurales, desarrollándose ambas de forma armónica. En vista que la información disponible no refleja planes de crecimiento de estas fincas, hacia sectores ocupados por las comunidades, se descarta la ocurrencia de impactos sobre las mismas, así como sobre los recursos dulceacuícolas.
Fincas con producción forestal	La siembra de especies de interés forestal no se realiza en el área con un grado de intensidad que pudiera presentar impactos sobre el aprovechamiento de los recursos dulceacuícolas y las comunidades, que ocasionen la presencia de impactos que puedan tener un efecto acumulativo al presentarse de forma conjunta con las etapas de construcción y/u operación de los reservorios multipropósito.
Usos residencial y comercial	La información disponible no evidencia la existencia de planes de expansión de los centros poblados o proyectos de desarrollo residencial en el área de influencia indirecta de los reservorios. Actualmente los centros poblados presentan un proceso de crecimiento lento característico para la zona, y en armonía con las propiedades cercanas, por lo cual no se estima que estos usos generen a corto ni mediano plazo impactos sobre estos componentes de valor.
Construcción y mantenimiento de vías nacionales	<p>La construcción y mantenimiento de vías y puentes que ejecuta el Ministerio de Obras Públicas (MOP) en la región de Azuero, que pudiera incluir el área de influencia indirecta, acorde a sus planes de mantenimiento y mejoramiento vial, generan afectaciones temporales a las comunidades durante su ejecución, lo cual se revierte en un impacto positivo una vez finalizadas las actividades y puesta en funcionamiento la vialidad una vez ampliada, restaurada o construida (en caso de nuevas vías).</p> <p>Para la etapa de ejecución del mejoramiento vial o construcción de nuevas vías, la afectación a las comunidades abarca una diversidad de aspectos en los cuales pudieran presentarse impactos acumulativos, destacándose los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Afectación al tránsito: por la ocupación de espacios que pudiera ocasionar el cierre de algunos carriles y tramos de las vías existentes, e incluso la desviación del tráfico. Este impacto también pudiera ser generado por las obras del proyecto, debido a que dentro del área a ser intervenida se localizan tramos de vías actualmente en uso para el acceso a las comunidades existentes en el entorno.

Proyectos / Actividades / Planes Estatales	Descripción del aporte del proyecto, actividad o plan Estatal en cuanto a impactos acumulativos sobre el área de influencia indirecta de los reservorios Componente de valor: Recursos dulceacuícolas y comunidades
	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación a la cotidianidad: como resultado de los retrasos ocasionados por la interferencia al tránsito y/o por las nuevas rutas de circulación que deban ser utilizadas en caso de desvíos. Considerando que en algunos sectores la red vial es considerablemente limitada, en caso de requerirse la implementación de desvíos, esto pudiera implicar un incremento significativo en los tiempos de desplazamiento. Adicionalmente, los niveles de ruido generados por las maquinarias, en áreas con presencia de viviendas, pudieran alterar patrones de descanso. La construcción de los reservorios también pudiera implicar la alteración de la cotidianidad por efecto de cambios en la circulación vial en el área. • Incremento en la probabilidad de afecciones respiratorias: en caso de que las actividades se realicen en el entorno de viviendas, los usuarios de las mismas pudieran verse afectados por las emisiones de las maquinarias y el polvo proveniente de las áreas con movimientos de tierra y manejo de material sólido. La construcción de los reservorios también pudiera implicar la afectación a la salud de los residentes por incremento en los niveles de ruido, emisiones gaseosas y de material particulado. <p>Por otra parte, en caso de presentarse fugas de sustancias químicas desde las maquinarias de construcción, hacia cursos de agua afectados por los reservorios, se presentaría un proceso de acumulación de impactos sobre los recursos dulceacuícolas.</p>
Turismo	<p>No se considera que la actividad turística genere afectaciones negativas sobre las comunidades ubicadas en el área de influencia indirecta de los reservorios, debido a que la misma no se realiza de forma tan intensa como en los sectores más cercanos a la zona litoral de la cuenca, la cual se encuentra alejada del área de influencia indirecta de los reservorios. Por el contrario, la presencia de turistas, principalmente de paso y enfocados a las potenciales fincas agroturísticas, pudieran generar impactos positivos sobre algunas comunidades, a través de la contratación de servicios como alimentación, compra de insumos y alojamiento temporal. Por lo cual se descarta la presencia de impactos acumulativos entre estas actividades y sobre estos componentes de valor.</p> <p>La baja intensidad de actividades turísticas en el área también hace considerar poco probable la ocurrencia de impactos sobre los recursos dulceacuícolas, que pudieran presentar un proceso acumulativo con los impactos que, sobre los mismos, pudiera generar la construcción y operación de los reservorios.</p>

Fuente: URS Holdings, Inc., 2019.

6.1.4 Gestión de impactos acumulativos

Los impactos acumulativos que pueden llegar a presentarse en el área de influencia directa del proyecto son el resultado del desarrollo de actividades planificadas y desarrolladas por la empresa contratista (etapa de construcción) y empresa o ente operador (etapa de puesta en funcionamiento). La gestión de estos impactos ya sea para su prevención o mitigación, se logra por medio de la implementación de programas de manejo ambiental y social, buenas prácticas de ingeniería, planes de comunicación y relaciones comunitarias, entre otros. El alcance de este tipo de instrumentos, y su adecuación a las condiciones particulares del área, a la normativa nacional aplicable vigente al momento de su ejecución, guías de desempeño internacionales y a los procedimientos y estándares específicos de los contratistas y el operador de los reservorios, determinará el grado de integración que el proyecto logrará con su entorno ambiental y social. Al momento del desarrollo de los estudios de impacto ambiental, asociados a los componentes del proyecto, este alcance deberá ser definido de forma más específica, para su análisis por parte de los interesados.

En líneas generales, los aspectos básicos para la gestión de los impactos acumulativos en el área de influencia directa abarcan lo siguiente:

- Las empresas y entes relacionados con el desarrollo de las actividades dirigidas a la implementación y operación de los reservorios deben establecer y divulgar entre sus colaboradores, un manual de procedimientos o protocolos para el desarrollo de las actividades, donde se establezca de forma clara la distribución de responsabilidades, los objetivos esperados y la forma de alcanzarlos, atendiendo en todo momento lo establecido en la normativa nacional vigente y aplicable, así como en los estándares internacionales a considerar.
- En la adecuación de áreas de construcción se debe implementar programas de control de escurrimientos para el manejo de las aguas, con el objetivo principal de prevenir la ocurrencia de procesos erosivos y el arrastre de materiales sólidos hacia los cuerpos de agua o zonas sensibles a la sedimentación.
- Todas las corrientes de desechos deben ser identificadas y caracterizadas, con el objetivo de definir claramente la ubicación de las áreas de manejo, los controles para prevenir la afectación del entorno durante su almacenamiento temporal y la definición clara de procedimientos para su disposición final, así como la documentación para la trazabilidad de dicho manejo.
- Contratar servicios a empresas con permisos vigentes y verificables para el desarrollo de las actividades, procurando que cuenten con su propio plan de gestión de impactos

ambientales y estableciendo compromisos contractuales con las mismas, sobre la protección al entorno ambiental y social, así como el estricto cumplimiento de normativas nacionales aplicables y estándares internacionales considerados por el proyecto.

Por su parte, de acuerdo al análisis presentado en el área de influencia indirecta del reservorio, existe la probabilidad de ocurrencia de impactos acumulativos negativos, caracterizados por una problemática compleja, siendo el resultado de múltiples intervenciones y procesos, donde hay variedad en los involucrados e interesados, es decir, con una diversidad de actores y acciones necesarias para su manejo que indica claramente que la responsabilidad y gestión de estos, así como la solución integral de los mismos, está claramente más allá de la capacidad de un solo promotor, siendo indispensable desarrollar esfuerzos de colaboración, para la gestión de los impactos acumulativos, ya sean de tipo ambiental o social, entre la comunidad de usuarios y colindantes de los reservorios, entidades gubernamentales y organizaciones no gubernamentales.

En base a lo anterior, el proyecto de reservorios multipropósito en la cuenca del río La Villa debe realizar su mejor esfuerzo para involucrar a otros desarrolladores, entidades de gobierno, comunidades y otros involucrados presentes o relacionados con el área de influencia indirecta y sus recursos, para reconocer los impactos acumulativos y sus riesgos, así como aportar e impulsar el desarrollo de estrategias de manejo coherentes para mitigarlos. Por lo abarcador de este esfuerzo, es recomendable que se establezca un mecanismo de coordinación entre todos los interesados, especialmente el gobierno de Panamá, gobiernos locales y la sociedad civil.

A continuación, se proponen algunas acciones, para aportar a la mitigación o disminución de los impactos acumulativos identificados:

- Promover la divulgación de información a nivel local y regional, dirigida a orientar sobre el adecuado manejo de desechos, fertilizantes y biocidas, considerando su potencial efecto sobre la calidad del agua de los reservorios.
- Contribuir a promover acciones para minimizar la deforestación de áreas boscosas y estimular la reforestación, por ejemplo, mediante la producción ganadera en sistemas silvopastoriles, especialmente en las áreas de la microcuenca aportante a los reservorios.
- Promover el uso sostenible del agua por parte de los usuarios locales y regionales, con énfasis en las áreas de cobertura de los reservorios.
- Promover la coordinación interinstitucional para el establecimiento y/o mejoramiento de una red de monitoreo de la calidad del agua y del ecosistema acuático a nivel local y regional, especialmente enfocado en los afluentes de los reservorios, que considere las variables

afectadas por las actividades existentes incluyendo la identificación de fuentes de contaminación para aquellas variables de mayor preocupación o críticas, de forma tal de conformar una base de datos que favorezca y agilice decisiones operativas y el establecimiento de eventuales medidas preventivas y/o correctivas.

- Participar en la implementación de una política conjunta de responsabilidad social, enfocada en la sostenibilidad.

Vale la pena mencionar que como parte de este análisis no se consideraron los impactos acumulativos positivos que pudiesen presentarse durante la fase de construcción u operación, por considerar que la ocurrencia de estos impactos, al ser beneficiosos, no requiere la implementación de medidas de mitigación.

6.2 EVALUACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, los servicios ecosistémicos son la multitud de beneficios que la naturaleza aporta a la sociedad y hacen posible la vida humana, por ejemplo, al proporcionar alimentos nutritivos y agua limpia; al regular las enfermedades y el clima; al apoyar la polinización de los cultivos y la formación de suelos y al ofrecer beneficios recreativos, culturales y espirituales.

Se ha establecido que los ecosistemas proporcionan cuatro tipos de servicios al entorno, según se muestra en la Tabla 9 a continuación:

Tabla 9. Categoría de los servicios ecosistémicos

Categoría de servicio	Característica
Servicios de soporte	Servicios necesarios para la producción de los demás servicios ambientales: ciclo de nutrientes, formación de suelos, producción primaria, control biológico.
Servicios de regulación	Beneficios obtenidos de la regulación de los ecosistemas: regulación del clima, regulación del agua, regulación de gases (efecto de invernadero), control de enfermedades, tratamiento de desechos, polinización.
Servicios de suministro	Productos obtenidos de los ecosistemas: alimento, agua, combustible, recursos medicinales, recursos ornamentales.
Servicios culturales y de recreación	Beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas: belleza escénica, recreación y ecoturismo, información cultural y artística, información espiritual e histórica.

Fuente: MEA, 2005. Ecosystems and human well-being: Synthesis. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington D.C

Específicamente en el caso de las cuencas hidrográficas, estas ofrecen numerosos servicios a la sociedad; el agua dulce es utilizada para el consumo doméstico, agrícola e industrial, no obstante, esto depende mucho de los caudales que se producen en las cuencas. La agricultura y la seguridad alimentaria dependen en gran medida del agua superficial y de los sedimentos recogidos u transportados por las laderas de las cuencas.

Cabe destacar que los procesos de las cuencas también mejoran las propiedades químicas del agua, toda vez que el agua de lluvia al correr sobre el suelo rocoso o estar almacenada en depósitos subterráneos se enriquece con las sales minerales, esenciales para todos los seres vivos. Por su parte, los bosques de las cuencas son una fuente importante de madera y leña, además con frecuencia se asigna un valor recreativo simbólico al paisaje natural y cultural de las cuencas hidrográficas. Por todo lo anterior, la vida y los medios de subsistencia de gran parte de la población rural dependen directamente de los recursos naturales de las cuencas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).

6.2.1 Metodología

Para el análisis de los servicios ecosistémicos asociados a los recursos existentes en el área de influencia del proyecto, se consideraron fuentes secundarias disponibles, recopilando de esta forma información bibliográfica relacionada al tema y a las condiciones existentes en la misma. Adicionalmente, la información recopilada fue complementada y/o verificada por medio de las observaciones y datos obtenidos durante el desarrollo de giras de trabajo, al área de influencia de los reservorios.

6.2.2 Servicios ecosistémicos en el área del proyecto

En la región de Azuero, de acuerdo a la información disponible, la productividad agrícola ha presentado una tendencia al decrecimiento, sin embargo, los servicios ecosistémicos han disminuido debido a décadas de deforestación y prácticas tradicionales de ganadería. En Azuero, la pérdida de productividad de las fincas ha sido consecuencia del agotamiento de los suelos y del agua, así como del incremento de la presión sobre los bosques remanentes que sirven de hábitat para la flora y fauna silvestre. No obstante, sus bosques fragmentados aportan bienes y servicios ecosistémicos, que a su vez podrían constituirse en parte importante de la seguridad alimentaria en esta región (Cristina Garibaldi, Dimas Isaac Arcia G., 2016).

- Servicios de soporte

Los ecosistemas proporcionan espacios vitales para las plantas y animales y conservan los complejos procesos que sustentan los demás servicios ecosistémicos. La cuenca del río La Villa no es ajena a esta

función, cuyo ecosistema desempeña su rol de soporte en la medida de sus características. A pesar que se ha venido visualizando una paulatina degradación de la cuenca del río La Villa, producto de actividades relacionadas con el crecimiento de las actividades de porcicultura, cultivos, agricultura de subsistencia, ganadería extensiva y expansión urbana, la cuenca mantiene, a su ritmo y alcance, la ejecución de procesos vitales que dan beneficios indirectos a los seres humanos tales como la formación de suelos, ciclos biogeoquímicos, ciclo hidrológico, producción primaria (fotosíntesis).

- Servicios de regulación

Los diferentes tipos de cobertura vegetal presentes en la cuenca contribuyen en su medida a la regulación del clima en la región; tienen la función de absorber gases de efecto invernadero y regular los flujos de agua. No obstante, la degradación de la cobertura vegetal producto de actividades antropogénicas está afectando considerablemente el desenvolvimiento natural de estas actividades ecosistémicas, ocasionando cambios extremos de las condiciones climáticas que afectan tanto a la población como a la biodiversidad general de la región.

Cabe destacar que el mantenimiento de las relaciones entre los componentes de la biodiversidad, lo cual a su vez es influenciado por los niveles de calidad ambiental (agua, suelo, aire), es importante para la provisión de algunos servicios, como los de regulación de plagas, regulación de vectores de enfermedades, regulación de la polinización o regulación de las especies invasoras (Patricia Balvanera, Helena Cotler, 2009), los cuales son parte del paquete de beneficios que los ecosistemas ofrecen a los seres humanos. Los peces y otras especies acuáticas son sensibles a los cambios en los flujos de agua; por lo tanto, la calidad y disponibilidad del agua son condiciones imprescindibles para un adecuado desarrollo sostenible de la pesca y la acuicultura (<http://www.fao.org>), así como para el control que ciertos grupos, como los peces, ejercen sobre las poblaciones de algunos vectores de enfermedades.

Los servicios relacionados con el control biológico y la regulación de enfermedades son otro valioso aporte de los ecosistemas. Dentro de los cultivos se presentan interacciones bióticas complejas, las cuales permiten que las diversas poblaciones, tanto de microorganismos como de macro organismos, se mantengan en niveles estables y desarrollen actividades de parasitismo, mutualismo, comensalismo y depredación, entre otros; ello dinamiza el flujo de energía y de nutrientes, la dispersión de semillas y la polinización (Díaz, 2006). Algunos microorganismos desempeñan un papel importante como reguladores de poblaciones de otros organismos (generalmente, de otros artrópodos); este es el principio del control biológico de plagas (Giraldo et al., 2010). Estas interacciones bióticas son de gran relevancia para el bienestar humano; en particular, para la producción agropecuaria, pues a menudo se presentan ataques tanto de plagas como de enfermedades, causados por un desbalance o una reducción de la biodiversidad.

Por otro lado, los servicios ecosistémicos relacionados con la regulación y la calidad del agua provienen de ecosistemas que proveen una gran variedad de funciones hidrológicas importantes para el bienestar humano; dichas funciones se convierten en bienes y servicios ecosistémicos cuando son valoradas en términos del bienestar y el desarrollo de la sociedad, la cual depende de su provisión sostenida. La regulación del ciclo hidrológico es uno de los servicios tangibles de mayor impacto en el mundo entero, y su perturbación ha aumentado el impacto sobre la población más vulnerable, que depende del mencionado recurso para obtener agua potable, hidroenergía o riego para las actividades agropecuarias. Los servicios hidrológicos incluyen la regulación de caudales para mitigar inundaciones, la recarga de acuíferos que mantienen caudales durante la época seca, la purificación del agua y el control de la erosión (Corredor, et al., 2012).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura reconoce como parte de los servicios ecosistémicos de regulación el secuestro y almacenamiento de carbono. Los bosques en pie juegan un papel importante ya que son grandes depósitos de carbono y los bosques en crecimiento secuestran el carbono de la atmósfera.

La información con respecto a este tema, en la cuenca del río La Villa, y más aún en el área de influencia del proyecto, es limitada, no obstante, se puede indicar que la actual reducción de la biodiversidad en ecosistemas agrícolas, al igual que la homogenización de paisajes agropecuarios, podrían estar contribuyendo a una disminución en la capacidad de la cuenca para regular estos servicios.

Para efectos de estimar el carbono almacenado en el área de influencia del proyecto, se consideraron las categorías de uso de suelo identificadas en el área de influencia (ver detalle en la sección 5 Características del área de influencia), las cuales han sido relacionadas con los valores de factor de carbono (capacidad de absorción de carbono por unidad de superficie), referenciadas por el IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, por sus siglas en inglés). Los resultados obtenidos en dicha estimación y la metodología empleada se presentan con detalle más adelante en la sección 6.3.1 Gases de Efecto Invernadero, presentándose un resumen de los resultados en la **Error! Reference source not found.** y **Error! Reference source not found.**, mientras que en la **Error! Reference source not found.** se observa la distribución porcentual del total de carbono existente en el área de estudio, entre el área de influencia directa y el área de influencia indirecta.

Tabla 10. Carbono almacenado por tipo de uso de suelo en el área de influencia directa del proyecto

Categoría*	Factor de carbono en (t/ha) **	Hectáreas	C (t/ha)
Tierras forestales	136.2	707.09	96,305.66

Categoría*	Factor de carbono en (t/ha) **	Hectáreas	C (t/ha)
Tierras de cultivo	126.6	0.00	0.00
Pastizales	51.2	979.41	50,145.79
Cuerpos de agua	2.7	83.11	224.40
Asentamientos	2.7	9.65	26.06
Otros	2.7	0.00	0.00

*: IPCC 2006.

** = Fase Piloto 2013-2015 del Inventario Nacional Forestal y de Carbono de Panamá.

Fuente: URS Holdings, Inc., 2019.

Tabla 11. Carbono almacenado por tipo de uso de suelo en el área de influencia indirecta del proyecto

Categoría*	Factor de carbono en (t/ha) **	Hectáreas	C (t/ha)
Tierras forestales	136.2	10,487.46	1,428,392.05
Tierras de cultivo	126.6	151.19	19,140.65
Pastizales	51.2	16,519.35	845,790.72
Cuerpos de agua	2.7	57.48	155.20
Asentamientos	2.7	331.20	894.24
Otros	2.7	8.06	21.76

*: IPCC 2006.

** = Fase Piloto 2013-2015 del Inventario Nacional Forestal y de Carbono de Panamá.

Fuente: URS Holdings, Inc., 2019.



Gráfica 1. Viviendas que utilizan leña para cocinar en área de influencia del proyecto

Fuente: URS Holdings, Inc., 2019.

- Servicios de suministro

Los suelos, como parte de los ecosistemas, prestan importantes funciones o servicios al entorno y apoyan las actividades sociales y económicas de las personas. La capacidad de uso que estos mantienen puede ser un indicativo general de los aportes que los suelos pueden ofrecer a su entorno (Burbano-Orjuela, 2016¹).

El área de influencia directa del proyecto ocupa una extensión de 1,779.26 ha, donde 1,686.50 ha están cubiertas de vegetación (94.79%), que en su gran mayoría corresponden a gramíneas con árboles dispersos (pastos y herbazales) seguido de bosque secundario intermedio y en menor escala de bosque secundario joven y plantación forestal. El agua abarca 83.11 ha (4.67 %) del área de influencia directa, mientras que solamente 9.65 ha (0.54%) del suelo corresponde a áreas desarrolladas.

El área de influencia indirecta, por su parte, registra la mayor superficie del área de estudio y la vegetación también representa la mayor cobertura de esta zona, siendo que las gramíneas con árboles dispersos (pastos y herbazales) ocupan el 59.95% (16,519.35 ha) de toda el área, seguido del bosque secundario intermedio 23.21% (6,395.32 ha), bosque secundario joven 12.86% (3,542.44 ha), en menor escala de bosque secundario maduro 1.85% (511.18 ha) y plantación forestal 0.14% (38.52 ha). Se identifican además zonas dedicadas al cultivo agrícola 0.55% (151.19).

En el área de influencia indirecta se cuenta además con 331.20 ha de zonas desarrolladas lo que representa el 1.2%, compuestas por asentamientos poblacionales. El agua abarca 56.66 ha del área de influencia indirecta, de las cuales 0.82 ha se aprovechan para la acuicultura. Un pequeño porcentaje (0.03%) está compuesto por suelo desnudo.

En la región se identifican sectores cuyos suelos son utilizados por la población para el cultivo de productos, con fines diversos como el consumo y/o la comercialización. De acuerdo al Informe del Cierre Agrícola del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (año 2017-2018), en la provincia de Herrera y Los Santos se registraron actividades de siembra de cultivos de arroz mecanizado, maíz mecanizado, frijol Vigna, cebolla, tomate industrial, plátano, sandía local, sandía para exportación, zapallo, melón local, melón de exportación, pepino local, papaya, guanábana, naranja, entre otros. Estos alimentos son de gran importancia para la población ubicada en el área de influencia del proyecto, ya sea por su uso como fuente de alimento, y/o por depender económicamente de su comercialización.

¹ Burbano-Orjuela, 2016. El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. Revista de ciencias agrológicas, volumen 33(2):117-124.

Además, en la región de Azuero existen especies de flora que suministran beneficios a los seres humanos, pudiendo ser utilizadas para diversos fines; en la tabla a continuación se presentan aquellas identificadas durante recorridos de campo en la cuenca del río La Villa y los usos que brindan a la comunidad.

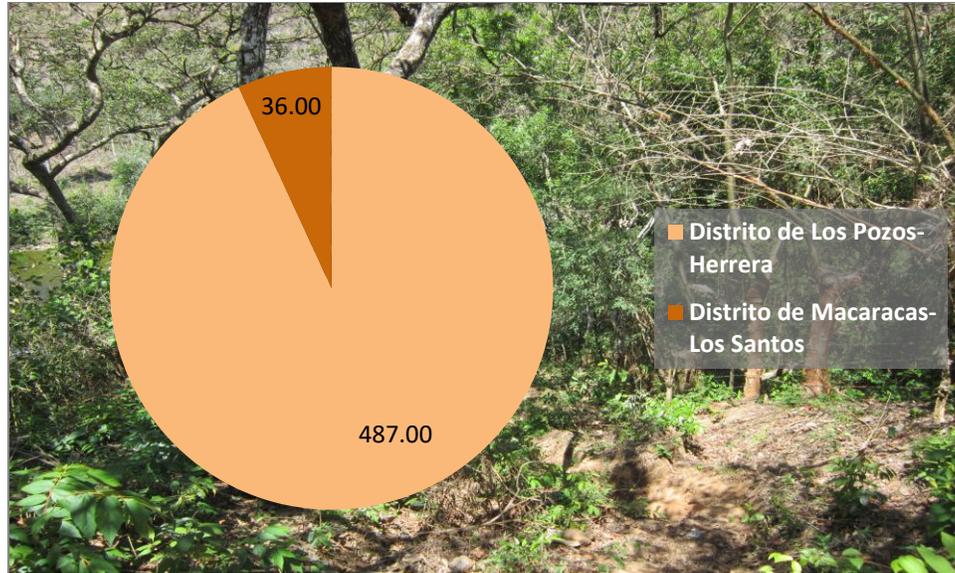
Tabla 12. Especies de flora identificadas en el área de influencia del proyecto y principales usos que pueden ofrecer

Nombre científico	Nombre Común	Uso
<i>Anacardium excelsum</i>	Espavé	La madera es empleada en la fabricación de botes, remos, muebles ordinarios, formaletas y tableros de partículas. Especie catalogada dentro del grupo maderable comercial y potencialmente comerciales.
<i>Brosimum alicastrum</i>	Berbá	La madera es empleada en la fabricación de muebles finos, contrachapado, embalaje, cajas, implementos deportivos, carpintería de interiores, mangos de herramientas y palos para escobas.
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nance	La madera es empleada en la fabricación de muebles, gabinetes, pisos, puertas, marcos, ventanas, leña y carbón. Especie maderable catalogada dentro del grupo comercial y potencialmente comerciales.
<i>Calophyllum longifolium</i>	María	La madera es empleada en la construcción de pisos, muebles, carpintería, contrachapado, trabajos de gabinetes, mangos de herramientas y durmientes de ferrocarril.
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro amargo	La madera es de excelente calidad, empleada en la elaboración de muebles finos, construcción interna, trabajos de gabinetes, canoas, pisos, puertas, marcos de ventanas, cajas para puros y en la fabricación de instrumentos musicales. Especie maderable de alto valor comercial.
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	La madera es empleada en la construcción de muebles, gabinetes, pisos y paneles decorativos. Especie maderable de alto valor comercial.
<i>Schefflera morototoni</i>	Pava, mangabé	Especie maderable catalogada dentro del grupo comercial y potencialmente comerciales. Madera empleada en la fabricación de cajas, palillos de fósforos, contrachapado, lápices, palillos de dientes y para balsas por su cualidad de flotador.

<i>Simarouba amara</i>	Olivo	Madera empleada para fabricar cielo raso, molduras, cajas, palillos, instrumentos musicales y pulpa para papel.
<i>Spondias mombin</i>	Jobo	Especie maderable catalogada dentro del grupo comercial y potencialmente comerciales. Madera empleada en la fabricación de cajas, plywood y pulpa para papel.
<i>Terminalia amazonia</i>	Amarillo	Madera empleada para fabricar muebles, mangos de herramientas, entablados, cubiertas de botes, barcos, puentes, durmientes de ferrocarril, pisos y artículos torneados. Especie maderable catalogada dentro del grupo comercial y potencialmente comerciales.
<i>Virola sebifera</i>	Bogami, sangre.	Madera empleada para construcciones internas y en el contrachapado.
<i>Vochysia ferruginea</i>	Pegle, Mayo.	Especie maderable catalogada dentro del grupo comercial y potencialmente comerciales. Madera empleada en construcciones internas, carpintería, postes de cercas, en la fabricación de cajas, palillos de fósforo y en la producción de pulpa para papel.

Fuente: Información obtenida en campo, 2019 y fuentes varias, ver tabla.

Como se muestra en la tabla anterior, algunas especies de flora mantienen una estructura que permite que puedan ser utilizadas como fuente de energía, que a su vez puede ser empleada para la cocción de alimentos. A través de datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (2010) se logró identificar que, en las comunidades del área de influencia del proyecto, existen un total aproximado de 523 viviendas que utilizan leña para cocinar. Siendo que la mayor parte del área de influencia del proyecto se ubica en el distrito de Los Pozos, provincia de Herrera, es en esta zona donde se concentra la mayor cantidad de viviendas que utilizan leña para la cocción de sus alimentos (ver **Error! Reference source not found.**).



Gráfica 2. Viviendas que utilizan leña para cocinar en área de influencia del proyecto

Nota: se consideraron datos únicamente de los centros poblados que se enmarcan dentro del área de influencia.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (2010)

Por su parte el recurso hídrico es uno de los servicios de suministro fundamentales que ofrece la cuenca del río La Villa a toda la población del área, tanto a nivel de agua superficial como subterránea. Toda la región del denominado Arco Seco, de la cual forma parte la cuenca del río La Villa se caracteriza por el uso intensivo de las aguas subterráneas para diferentes fines, entre los que se pueden señalar: el abastecimiento doméstico de la población, a través de pozos administrados por el IDAAN, el uso agropecuario, agroindustrial, turístico y recreativo (Autoridad Nacional del Ambiente, 2013).

La composición florística existente y las condiciones del suelo permiten el desarrollo de cierta diversidad de fauna, que incluye especies de interés cinegético como el conejo pintado y el venado cola blanca, las cuales sirven como una fuente de proteínas para los habitantes locales, cierta comercialización y como materiales bases de confección de instrumentos folclóricos (tambores).

Sin embargo, la deforestación de los últimos reductos de bosque, la quema descontrolada para limpiar rastrojos y potreros, la fragmentación de los hábitats terrestres, las actividades agropecuarias como la ganadería extensiva y las prácticas agrícolas con el consiguiente uso de agroquímicos para controlar enfermedades, malezas y plagas, así como la presencia del coyote constituyen las principales amenazas que perturban la fauna silvestre para regiones de la península de Azuero (Arosemena 2009), lo cual merma el desarrollo y dispersión de las poblaciones de fauna silvestre, reduciéndose la disponibilidad de este tipo de recursos.

- Servicios culturales y de recreación

La naturaleza muchas veces es la base para las tradiciones culturales y el folklore. Provee motivación e inspiración a muchas formas de arte, incluyendo libros, películas, fotografías, música, danza, moda y arquitectura, influenciando la diversidad cultural tanto a nivel global como local. Por otro lado, la naturaleza provee un sentido de identidad a muchos pueblos, los cuales son asociados a características ambientales, incluyendo aspectos de los ecosistemas. Asimismo, muchas sociedades le asignan un alto valor a la conservación de paisajes o especies con un valor histórico o cultural (Figueroa, 2010).

Las condiciones geográficas, climáticas y de biodiversidad han sin duda alguna contribuido a forjar las características culturales de la región de Azuero, de la cual forma parte la cuenca del río La Villa. Sus arraigadas tradiciones que preservan las costumbres de sus ancestros le han permitido ser reconocida a nivel nacional como la cuna del folklore. Variedad de festividades se celebran anualmente en diversas comunidades de la región, atrayendo a miles de visitantes que llegan para combinar descanso y disfrute. Por su parte el componente religioso se mezcla para atraer, según la época, a muchos devotos que acuden a las comunidades de la región en momentos como la Semana Santa y durante las celebraciones del santo patrón de las localidades.

El elemento arquitectónico más importante es la casa de quincha, con rasgos andaluces o moriscos, que se observa en construcciones que perduran a través del tiempo. En las iglesias es común encontrar estatuas de Santos o representaciones de la Virgen, que datan de la época colonial.

Son precisamente estas características culturales las que forman parte de los atractivos de la región de Azuero, motivo por el cual es ampliamente visitada por nacionales y extranjeros que se encuentran en búsqueda de disfrutar de las bondades que ofrece la naturaleza, el legado cultural y autóctono de la región. Si bien no se cuenta con datos específicos de la cantidad de visitantes que visitan periódicamente el área, se puede indicar que hay sectores que están siendo explotados por los lugareños, viéndose de esta manera beneficiados por los servicios ecosistémicos culturales y de recreación, los cuales contribuyen al mejoramiento de la economía rural.

Con el pasar de los años se ha venido fortaleciendo el ecoturismo y el agroturismo en la región, este último impulsado por estrategias de gobierno a través de sesiones de capacitación, asesoramiento y/o certificación de fincas dedicadas a estos servicios. El Ministerio de Desarrollo Agropecuario y la Autoridad de Turismo de Panamá firmaron el día 13 de abril de 2007 un Acuerdo Interinstitucional de Cooperación en materia de Agroturismo, que tiene injerencia a nivel nacional. De este convenio, nace el Proyecto “Fortalecimiento del Desarrollo Rural por medio del Agroturismo (Proagrotur)”, el cual busca realizar

actividades específicas con el fin de mejorar las condiciones de vida de los productores agropecuarios y el entorno rural.

Dentro de las actividades se encuentran las fincas agro turísticas, donde los turistas participan en tareas como el cultivo y cosecha de hortalizas (maíz, trigo, tomate, culantro, etc.), ordeño manual, interacción con los animales (cerdos, ovejas, gallinas, especies menores), preparación de mermeladas, pesca, cabalgatas, gastronomía de la región, ordeño manual y mecanizado, recolección de frutas (mangos, naranjas, guayaba taiwanesa, aguacate, papaya, ciruelas, entre otras), recolección de miel de abeja y caña de azúcar, extracción de jugo de caña en el trapiche, actividades como el senderismo, observación de fauna y flora, camping, (Ministerio de Desarrollo Agropecuario, 2019).

De acuerdo a información del Ministerio de Desarrollo Agropecuario se cuenta con una finca agro turística acreditada en el distrito de Los Pozos, la cual se dedica principalmente a la ganadería.

- **Belleza escénica**

La belleza escénica existente en el área de estudio ha sido analizada, sobre la base de la información recopilada durante el levantamiento de información de línea base que se describe en la sección 5. Características del Área de Influencia. En dicha evaluación se determinó la presencia de cuatro unidades de paisaje, donde cada una de ellas posee una serie de características, atributos y cualidades, que contribuyen a otorgarle al área un valor escénico que es de cierta forma aprovechado por visitantes nacionales y extranjeros. Para el caso de la cuenca del río La Villa, las unidades de paisaje identificadas son las siguientes:

- *Unidad de Paisaje 1. Asentamientos humanos:* en los cuales el mayor atractivo está constituido por la arquitectura tradicional de las viviendas y uso de materiales como adobe y tejas (aunque muchas de ellas, han perdido su carácter particular y se constituyen en típicos chalets), la práctica de actividades artesanales en algunos lugares y la presencia de estructuras religiosas (iglesias, capillas). El asentamiento humano que presenta mayor interés, desde el punto de vista paisajístico, es la localidad de Los Pozos, con diversos grados de pendientes, pintorescas y estrechas calles con arbustos y árboles, coloridas viviendas y otros elementos atractivos, desde el punto de vista cultural.
- *Unidad de Paisaje 2. Mosaico agropecuario:* extensiones de terreno utilizadas como potreros para actividad ganadera, con o sin pasto mejorado, ubicados tanto en planicies como en zonas de pendiente.
- *Unidad de Paisaje 3. Enclaves singulares (elevaciones, bosques, áreas protegidas):* los enclaves singulares que presentan cierta calidad y fragilidad paisajística se observan en áreas

de bosques de galería y zonas de relieve sobresalientes a lo largo del área de estudio y que muestran una cuenca visual amplia.

Los resultados del inventario de recursos visuales destacan como áreas de interés escénico el paisaje que se visualiza desde zonas como El Caracucho, Quito, La Bejucosa y el riachuelo en Los Tornos.

- *Unidad de Paisaje 4. Entornos de agua:* conformados por los diversos ríos, quebradas y riachuelos existentes en el área, que, aunque no son numerosos proporcionan un punto de atracción para el paisaje existente.

Como parte de las estrategias para lograr la conservación de los servicios ecosistémicos ha surgido el mecanismo de pago por servicios ambientales (PSA), por medio de los cuales se les asigna un valor monetario a los servicios que ofrecen los ecosistemas, de manera que los beneficiarios de esos servicios retribuyan a quienes los conservan sanos.

En el año 2009 se desarrolló un programa conjunto entre el Gobierno Nacional de la República de Panamá y el Fondo para el Logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, lo cual generó el documento titulado “Consideraciones técnicas sobre la factibilidad de implementar pagos por servicios ambientales (PSA) en Panamá”, el cual esboza información que va desde la situación en Panamá, en cuanto a propuestas e iniciativas para impulsar sistemas de PSA, hasta una serie de factores, objetivos, metas, principio de políticas, consideraciones para la conformación del precio, opciones de pago y fuentes de financiamiento. El documento destaca que para avanzar con la implementación de los PSA es necesario establecer un marco jurídico que defina en mayor detalle cómo se aplicarían los PSA en Panamá, el rol, derechos y responsabilidades de los diferentes actores, el financiamiento y la supervisión y monitoreo de los proyectos PSA (Gobierno Nacional de la República de Panamá, Fondo para el logro de los ODM, 2009).

Posteriormente, en el año 2014 se crea el proyecto de Ley N°40, que regula el pago y compensación por los servicios ambientales en la República de Panamá y se dictan otras disposiciones. La medida contempla el pago al Estado por parte de firmas empresariales para que a través de la Autoridad Nacional del Ambiente (hoy en día Ministerio de Ambiente) o municipios se recompense a las comunidades que protegen las reservas naturales, esto con la finalidad de promover la protección y conservación de recursos hídricos y cuencas hidrográficas, cuencas atmosféricas, recuperación del suelo, conservación de la biodiversidad, especies y ecosistemas, mitigación de emisiones y absorción de gases de efecto invernadero.. No obstante, este proyecto de Ley hasta el momento solo fue aprobado únicamente en primer debate en septiembre de 2014 (Asamblea Nacional de Panamá, 2014).

6.2.3 Medidas frente a posibles impactos que interfieren con los servicios ecosistémicos en el área de influencia del proyecto

Con vistas a garantizar la prestación de los servicios ecosistémicos esenciales que ofrece la cuenca, es necesario respaldar y mantener las funciones del ecosistema y proteger la biodiversidad durante las diferentes fases contempladas para la obra. Tomando en consideración los posibles impactos que generará el proyecto en el área de influencia, se esbozan en la Tabla 13 aquellas acciones que deberán considerarse, para mantener un adecuado equilibrio ambiental, a fin de que el ecosistema pueda continuar ofreciendo a la población sus beneficios.

Tabla 13. Medidas frente a posibles impactos que generará el proyecto que pudieran interferir con los servicios ecosistémicos en el área de influencia

Aspecto	Impacto	Etapas	Servicio ecosistémico impactado	Medidas para su conservación
Físico	Cambio microclimático	C	Servicio de soporte Servicio de regulación Servicio de suministro Servicio cultural y de recreación	Eliminar únicamente aquellos árboles que interfieran con el desarrollo del proyecto. Promover la recuperación de la vegetación en las áreas con suelo desnudo que sean utilizadas de forma temporal y que no sean ocupadas por estructuras permanentes del proyecto. Todos los motores serán mantenidos adecuadamente acorde a las especificaciones de los fabricantes respectivos, manteniéndose un registro del mantenimiento realizado a cada uno de ellos, extendiendo esto a todos los proveedores de equipos y subcontratistas de la obra. Elaborar un Plan de reforestación compensatoria de especies nativas, seleccionando las áreas a ser reforestadas en coordinación con el Ministerio de Ambiente. Contemplar el uso de luminarias LED.
	Aumento del riesgo de deslizamientos	C, O	Servicio de soporte Servicio de suministro Servicio cultural y de recreación	Vigilar la utilización controlada de voladuras (en caso de ser requeridas) de manera que no afecten la estabilidad de taludes. Vigilar el diseño de taludes de acuerdo a la zonificación geológica y vulnerabilidad a deslizamientos.
	Incremento en la erosión de los suelos	C, O	Servicio de soporte Servicio de suministro Servicio cultural y de recreación	Procurar realizar las actividades de mayor movimiento de tierra durante la estación seca, priorizando el inicio de estas actividades en los sectores de mayor pendiente. Estabilizar o proteger las superficies de los suelos con material estabilizador en las áreas sujetas a la erosión. Colocar trampas o sistemas de retención de sedimentos alrededor de los cauces de los cursos de agua que sean interceptados por el proyecto o que se localicen cerca de las áreas donde se realicen movimientos de tierra. Los mismos deben ser sometidos a una revisión y

Aspecto	Impacto	Etapa	Servicio ecosistémico impactado	Medidas para su conservación
				mantenimiento periódicos para remover los sedimentos acumulados y realizar reparaciones en caso de deterioros. Estabilizar la cara expuesta de los taludes utilizando estructuras de retención apropiadas.
	Aumento en la sedimentación	C, O	Servicio de soporte Servicio de regulación Servicio de suministro Servicio cultural y de recreación	Implementar medidas de control de la afectación de procesos erosivos, las cuales deberán estar contenidas en un programa de protección de suelos. Implementar un plan de reforestación. Sembrar con especies de gramíneas que ayuden a la estabilización de los suelos y así prevenir la sedimentación de los cursos de agua.
	Cambios en la aptitud de uso de los suelos	C	Servicio de soporte Servicio de regulación Servicio de suministro Servicio cultural y de recreación	Vigilar que se realicen las medidas de mitigación de los demás impactos. Implementar un Plan de Reasentamiento, Compensación y Asistencia Social para posibles afectados por el proyecto.
	Alteración de la calidad de las aguas superficiales	C, O	Servicio de soporte Servicio de regulación Servicio de suministro Servicio cultural y de recreación	Capacitar al personal que realice actividades en o cerca de los cursos de agua, en materia de protección ambiental, específicamente en la protección de cursos de agua. No realizar descargas de aguas residuales sin previo tratamiento. Cumplir con lo señalado en la norma técnica COPANIT 35-2019 (relativa a las descargas de efluentes directamente a cuerpos de agua). Realizar monitoreo de la calidad de las aguas. Mantener el equipo que utilice combustible y lubricantes en buenas condiciones mecánicas para evitar que ocurran fugas dentro y fuera del polígono del proyecto.
	Pérdida de cobertura vegetal	C	Servicio de soporte Servicio de regulación Servicio de suministro	Solicitar al Ministerio de Ambiente el permiso o autorización de tala antes de iniciar la actividad de limpieza y desarraigue de la vegetación.

Aspecto	Impacto	Etapa	Servicio ecosistémico impactado	Medidas para su conservación
Biológico			Servicio cultural y de recreación	<p>Realizar el pago de la tarifa por indemnización ecológica de acuerdo a la Resolución AG-0235-2003/ANAM, en concepto de permisos de tala rasa.</p> <p>Delimitar claramente las áreas de tala y de limpieza de la vegetación con estacas o banderillas y no permitir el desmonte más allá de lo estrictamente necesario.</p> <p>Dar preferencia a realizar la tala con motosierras.</p> <p>Contratar motosierristas con experiencia en tala dirigida u orientada.</p> <p>Aprovechar los árboles de especies forestales, siempre y cuando se cuente con los permisos correspondientes; las especies de menor valor podrán utilizarse para usos varios incluyendo control de erosión.</p> <p>Elegir sitios adecuados para la disposición de la biomasa vegetal talada, en común acuerdo con las autoridades correspondientes.</p> <p>Elaborar un Plan de reforestación compensatoria de especies nativas, seleccionando las áreas a ser reforestadas en coordinación con el Ministerio de Ambiente.</p>
	Pérdida de hábitat de fauna terrestre	C	Servicio de soporte Servicio de regulación Servicio de suministro Servicio cultural y de recreación	<p>Elaborar e implementar un plan de rescate y reubicación de flora y fauna, en coordinación con el Ministerio de Ambiente.</p> <p>Seleccionar sitios adecuados para la reubicación de la fauna afectada, en coordinación con el Ministerio de Ambiente.</p>
	Afectación de la fauna silvestre	C, O	Servicio de soporte Servicio de suministro Servicio de regulación Servicio cultural y de recreación	<p>Informar y capacitar a los trabajadores sobre el estado y nivel de protección de la fauna, la importancia de su protección, su valor en los distintos ecosistemas y sobre las sanciones por infracciones.</p> <p>Elaborar y ejecutar el Plan de rescate y reubicación de flora y fauna, que incluya las actividades que se deben realizar antes y durante la construcción, manteniendo un monitoreo constante en la zona.</p>

Aspecto	Impacto	Etapa	Servicio ecosistémico impactado	Medidas para su conservación
				<p>Seleccionar sitios adecuados para la reubicación de la fauna afectada durante la construcción del proyecto.</p> <p>Realizar el desmonte de manera gradual, avanzando en una dirección que permita el desplazamiento de la fauna fuera de las áreas de trabajo.</p> <p>Minimizar las fuentes de emisión de ruido como bocinas, alarmas y otros que puedan perturbar el comportamiento de la fauna.</p> <p>Limitar las actividades de construcción dentro del área del proyecto para minimizar las afectaciones a la fauna local.</p> <p>Colocar elementos para prevenir el ingreso casual de la fauna dentro de las instalaciones auxiliares del proyecto.</p> <p>En caso de trabajo nocturno, dirigir las luces (en la medida de lo posible y en función a los requerimientos de seguridad), hacia los sitios específicos de trabajo, evitando la iluminación de los hábitats de la fauna circundantes.</p> <p>Colocar y mantener en contenedores cerrados y rotulados, los restos de alimentos generados durante las actividades y prohibir la alimentación a la fauna.</p>
	Alteración del hábitat acuático	C	<p>Servicio de soporte</p> <p>Servicio de regulación</p> <p>Servicio de suministro</p> <p>Servicio cultural y de recreación</p>	<p>Disposición adecuada del material vegetal, de la tierra removida, de los desechos y escombros en general y de la basura orgánica generada.</p> <p>Mantener el equipo que utilice combustible y lubricantes en buenas condiciones mecánicas para evitar que ocurran fugas dentro y fuera del polígono del proyecto.</p> <p>Minimizar la erosión en las orillas de los cursos de agua.</p> <p>Cumplir con lo establecido en la Norma DGNTI-COPANIT 35-2019.</p>
Paisaje	Alteración de la calidad visual del paisaje	C	Servicio cultural y de recreación	<p>Realizar tala selectiva, procurando conservar la mayor cantidad de vegetación posible.</p> <p>Elaborar e implementar un plan de reforestación, en función de la tala realizada.</p>

Aspecto	Impacto	Etapa	Servicio ecosistémico impactado	Medidas para su conservación
				<p>Establecer sitios de disposición temporal de almacenaje de insumos y desechos en sitios adecuados que no interfieran en la percepción paisajística del lugar.</p> <p>Contratar a un Antropólogo / Arqueólogo, debidamente registrado en la Dirección Nacional de Patrimonio Histórico del Instituto Nacional de Cultura (DNPH- INAC), para realizar las prospecciones y monitoreos correspondientes.</p>

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., 2019.

6.3 Cambio Climático

El clima del planeta ha estado cambiando durante miles de millones de años de forma natural, sin embargo, en los últimos 200 años los cambios han sido más rápidos y extremos. Esto se debe a que los seres humanos están propiciando un calentamiento del planeta a un ritmo acelerado, lo cual es conocido como un cambio climático antropogénico (Fondo para el logro de los ODM, 2011). Los procesos industriales y la pérdida de masas vegetales contribuyen al incremento en la concentración de los llamados gases de efecto invernadero (GEI), en la atmósfera, generándose un acelerado calentamiento global, el cual a su vez ocasiona fenómenos meteorológicos extremos, como la degradación de tierras y desertificación, la escasez de agua, subidas en el nivel del mar y cambios de temperaturas.

De acuerdo a la Convención Marco sobre Cambio Climático (CMCC), el cambio climático se entiende como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables. Por otro lado, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) define el cambio climático como cualquier cambio en el clima con el tiempo, debido a la variabilidad natural o como resultado de actividades humanas.

A manera de ejemplo, en la siguiente figura se muestran los aportes promedio de GEI relacionados con la ganadería.



Figura 1. Contribución de la ganadería a las emisiones GEI

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017.

En esta sección se presentará información referente a los riesgos del cambio climático producido por acciones antropogénicas en el área de influencia del proyecto, así como las respectivas medidas que serán requeridas aplicar durante las etapas de ejecución de la obra, para el control de los aportes que el proyecto de reservorios pudiera generar a este fenómeno.

6.3.1 Gases de efecto invernadero

Los gases de efecto invernadero (GEI) o gases de invernadero son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten de regreso radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Esta propiedad produce que el calor asociado a dichas longitudes de onda se mantiene entre la atmósfera y el suelo, ocasionando el efecto invernadero.

En la atmósfera de la Tierra, los principales GEI son el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃). Hay además en la atmósfera una serie de GEI que no son de origen natural sino creados por el ser humano, como los halocarbonos y otras sustancias con contenido de cloro y bromo, cuya utilización ha sido motivo de regulación por el Protocolo de Montreal como el caso del hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC).

Los GEI en general, tanto de origen natural como antrópico, han sido clasificados en dos categorías, a saber: GEI directos e indirectos, cuyas características son las siguientes:

GEI Directos: Son gases que contribuyen al efecto invernadero tal como son emitidos a la atmósfera. En este grupo se encuentran los siguientes gases: el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y los compuestos halogenados.

GEI Indirectos: Son precursores de ozono troposférico, además de contaminantes del aire ambiente de carácter local. En la atmósfera se transforman en gases que contribuyen con el efecto invernadero o GEI directos. En este grupo se encuentran: los óxidos de nitrógeno, los compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano y el monóxido de carbono.

Con la información disponible, en este documento se estimarán las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), relacionadas con los cambios en el uso de suelo que se han presentado en el área de influencia directa e indirecta de los reservorios, en la cuenca del río La Villa, los cuales pueden presentarse producto de los cambios en el uso del suelo a generarse en la etapa de construcción del proyecto.

Posteriormente se presenta una estimación de las potenciales emisiones de CO₂ y CH₄ que podrían generar los reservorios una vez llenos.

Aspectos generales

El uso de la tierra puede actuar como un sumidero o como fuente de compuestos. A diferencia de otros sectores, el uso de la tierra incluye tanto emisiones como absorciones de CO₂ y otros gases, como se observa en la siguiente figura.

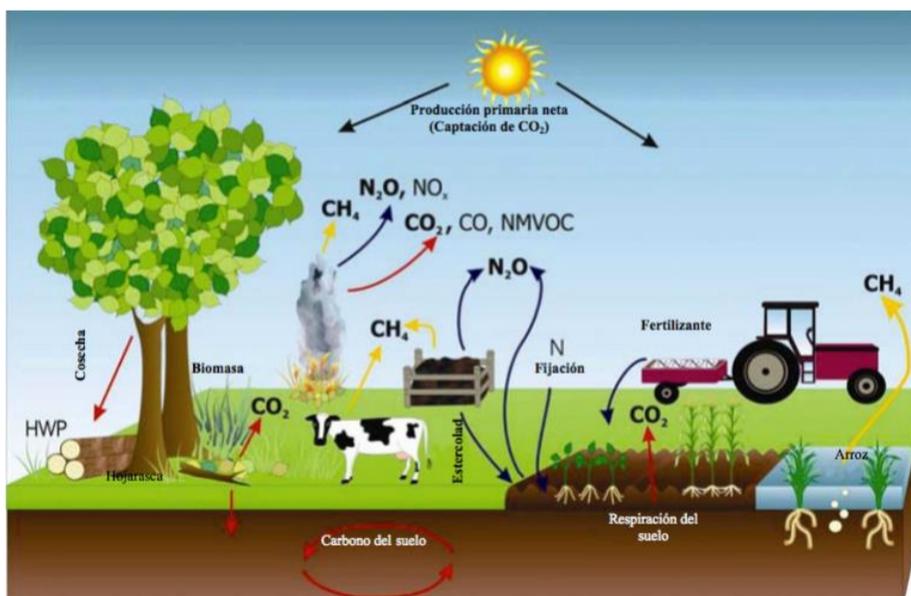


Figura 2. Emisiones y absorciones en el sector de uso de suelo

Fuente: IPCC, 2006.

El dióxido de carbono (CO_2) es uno de los gases más comunes e importantes en el sistema atmósfera-océano-Tierra, además es el más importante GEI asociado a actividades humanas, aunque existen diversas fuentes naturales, y el segundo gas más importante relacionado con el calentamiento global, después del vapor de agua.

En el caso de los reservorios de agua, al ser llenados por primera vez las fuentes de carbono (que posteriormente puede ser emitido en forma de CO_2 u otro GEI, resultantes de procesos de emisión como son la respiración celular y la descomposición de la materia orgánica), corresponden a la materia orgánica transportada por el río hasta el reservorio, el plancton, las plantas acuáticas que se establecen en el espejo de agua, y la vegetación que crece en el perímetro del mismo durante los períodos en que el suelo se mantiene temporalmente expuesto, por los bajos niveles de precipitación. Además, en estos reservorios se absorbe CO_2 atmosférico a través del proceso de fotosíntesis de las plantas acuáticas y el plancton, lo que en algunas situaciones podría superar las emisiones de CO_2 . Así mismo, en el reservorio se presentan (Figura 3).

Entre los GEI emitidos desde reservorios de agua, tenemos el metano (CH_4), el cual es generado por bacterias anaeróbicas que descomponen materia orgánica en aguas con bajo contenido de oxígeno, ya sea en la columna de agua y en los sedimentos presentes en el fondo de estos. Por ejemplo, en ambientes tropicales, la capa de agua que se encuentra en la parte más profunda posee cantidades reducidas de oxígeno y, en caso de que las capas de agua donde pueda presentarse la oxidación de las burbujas sean poco profundas, habrá una mayor propensión a aportar emisiones más altas de metano, respecto a reservorios someros donde se pueden presentar aportes de oxígeno hasta las capas más profundas.

El óxido nitroso (N_2O), por su parte, es un potente gas de efecto invernadero formado por la ruptura bacteriana del nitrógeno. Hasta el presente, no se han realizado muchas mediciones cuantificando los flujos de óxido nitroso en los reservorios, ya que requiere más estudios para poder cuantificarlos, lo que, si se conoce, es que las emisiones son inferiores en las regiones boreales, pero significativas en los reservorios tropicales (International Rivers, 2008).

En la siguiente figura, se observan tanto los elementos que conllevan a la formación de GEI, como los mecanismos de emisión de estos, en cuerpos de agua lóticos.

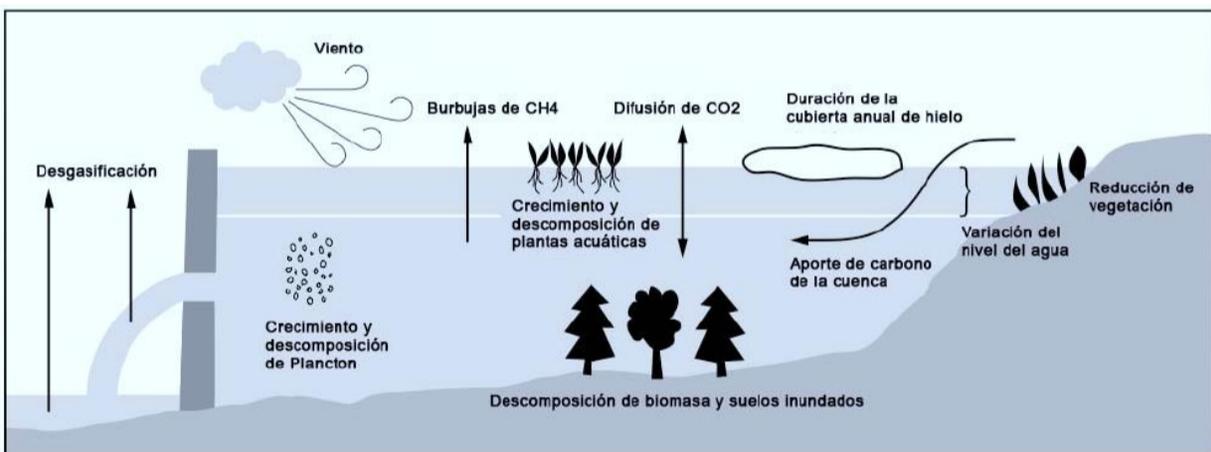


Figura 3. Esquema de los principales factores que influyen en las emisiones de gases de efecto invernadero en los embalses

Fuente: International Rivers, 2008.

6.3.1.1 Metodología

Para estimar las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), producidas por el uso del suelo y el cambio de uso del suelo, se utilizaron las categorías de uso del suelo identificadas en el área de influencia de los reservorios y las referencias del IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, por sus siglas en inglés), las cuales se definen en la **Error! Reference source not found.**

Tabla 14. Categoría de uso del suelo

Categoría	Definición
Tierras forestales	Todas las tierras con vegetación leñosa, de acuerdo con los umbrales utilizados para definir las tierras forestales en el inventario nacional.
Tierras de cultivo	Tierras cultivadas, incluyendo los campos de arroz, y los sistemas agroforestales, donde la estructura de la vegetación está por debajo de los umbrales de las tierras forestales.
Pastizales	Pastizales y tierras de pasto, que no se consideran tierras de cultivo y sistemas con vegetación leñosa y otra vegetación excluyendo el pasto que no esté por debajo del umbral de las tierras forestales.
Cuerpos de agua	Tierras cubiertas o saturadas de agua durante todo o parte del año.
Asentamientos	Todas las tierras urbanizadas, incluyendo la infraestructura de transporte y los asentamientos humanos de cualquier tamaño.
Otros	Suelo deforestado, roca y todas las tierras descubiertas que no entran en ninguna de las otras cinco categorías.

Fuente: IPCC, 2006.

Utilizando estas categorías como referencia se calculó la superficie de cada uso de suelo de acuerdo al mapa de cobertura y uso de la tierra del 2012 publicado por el Ministerio de Ambiente y la cobertura vegetal estimada por URS, Holdings (2019) como un parte del Proyecto SE-17-25 “Reservorios multipropósito en ríos de Azuero – Estudios de viabilidad, otros estudios y diseños”.

Estas estimaciones de superficie para cada uso de suelo se realizaron tanto para el área de influencia directa (AID), como para el área de influencia indirecta (AII) de los reservorios propuestos para la cuenca del río La Villa.

Las emisiones de CO₂ se basan en los cambios en las existencias de C en los ecosistemas y el cual se estima para cada categoría de uso del suelo utilizando la siguiente ecuación que es adaptada de las pautas del IPCC, 2006.

Ecuación 6.3.1

$$\Delta C_{AFOLU} = \Delta C_{FL} + \Delta C_{CL} + \Delta C_{GL} + \Delta C_{WL} + \Delta C_{SL} + \Delta C_{OL}$$

Donde:

ΔC_{AFOLU} = Cambio en las existencias de carbono en la agricultura, silvicultura y otros usos del suelo.

ΔC_{FL} = Cambio en las existencias de carbono en tierras forestales.

ΔC_{CL} = Cambio en las existencias de carbono en tierras de cultivo.

ΔC_{GL} = Cambio en las existencias de carbono en pastizales.

ΔC_{WL} = Cambio en las existencias de carbono en cuerpos de agua.

ΔC_{SL} = Cambio en las existencias de carbono en asentamientos.

ΔC_{OL} = Cambio en las existencias de carbono en otros suelos.

Las existencias de carbono (C) en cada tipo de vegetación, consisten en la biomasa total aérea y subterránea, la materia orgánica muerta (madera muerta y hojarasca), y la materia orgánica del suelo. Para sacar el caso del presente análisis, el cambio de carbono fue estimado utilizando como referencia el C Total (t/ha) con un intervalo de confianza de 95%, estimado en la Fase Piloto 2013-2015 del Inventario Nacional Forestal y de Carbono de Panamá. En el caso de la categoría de tierras forestales se procedió a sacar el promedio según los tipos de bosques que aplican en el área de influencia (directa e indirecta).

Con esta referencia y la superficie de uso de suelo se calculó el cambio en la existencia de carbono para cada uso de suelo.

Posteriormente, para estimar las emisiones de CO₂ provenientes de uso del suelo y el cambio de uso del suelo se utilizó la siguiente ecuación, adaptada del Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria y las Pautas del IPCC de 2006.

Ecuación 6.3.2

$$\text{CO}_2 = \Delta\text{C}_{\text{US}}/\text{Área} \times -44/12$$

Donde:

CO₂ = Emisiones de GEI en toneladas de CO₂.

ΔC_{US} = Cambio en las existencias de carbono por hectárea.

US = Categoría de uso de suelo.

Área = Superficie de uso del suelo, hectárea.

-44/12 = Conversión de cambios en las existencias de C a emisiones de CO₂.

Reservorios

En el caso de los reservorios, luego de la inundación y de cualquier despeje de tierras, las emisiones de dióxido de carbono provenientes de las tierras convertidas en tierras inundadas pueden producirse a través de las siguientes vías:

- Emisiones difusoras o difusas debido a la difusión molecular a través de la interfaz aire-agua; esta es la vía mayoritaria de emisiones de CO₂.
- Emisiones de burbujas, o emisiones de gas proveniente del sedimento a través de la columna de agua, en forma de burbujas; ésta es una vía minoritaria de emisiones de CO₂.
- Emisiones de desgasificación o emisiones que son el resultado de un cambio repentino de la presión hidrostática, así como de la superficie creciente de intercambio aire/agua después de que el agua de los reservorios fluya a través de una turbina y/o una vía de desagüe (Duchemin, 2000; Hélie, 2004; Soumis et al., 2004; y Delmas et al., 2005).

Las directrices de la IPCC recomiendan métodos de estimación en tres niveles de detalle, desde el nivel 1 (el método por defecto) hasta el nivel 3 (el más detallado). Los niveles 1 y 2 estiman solamente las emisiones difusoras. Con la información disponible para este documento utilizaremos el nivel 1 y el nivel 2, para estimar las emisiones difusoras de CO₂ y CH₄ que se pudieran generar del reservorio de la cuenca del río La Villa, una vez se encuentre lleno.

La IPCC (2006) propone una metodología que permite calcular las emisiones difusoras de CO₂ y CH₄ (las que ocurren en la interfase agua aire, en la superficie del cuerpo de agua), a partir de medianas obtenidas para cada gas en diferentes climas (polar, templado, tropical).

De acuerdo a la IPCC las descripciones del nivel 1 y el nivel 2 son las siguientes:

Nivel 1: proporciona un enfoque simplificado para estimar las emisiones provenientes de reservorios de agua, mediante el empleo de factores de emisión por defecto y de datos generales sobre el área de estudio. El único

mecanismo de emisión incluido es la difusión que ocurre durante el periodo libre de hielos, es decir, sin presencia de una capa de hielo superficial en el reservorio.

Nivel 2: “para estimar las emisiones requiere factores de emisión específicos del país, pudiendo distinguir entre los periodos en los que los reservorios están libres de hielo y aquéllos en que están cubiertos de hielo. El único mecanismo de emisión de CO₂ incluido es la difusión, mientras que en el caso del CH₄ se incluyen las emisiones por flujo difusivo y burbujeo”.

Las estimaciones de emisión de CO₂ y CH₄ conforme al nivel 1 de la IPCC se calculan con las siguientes ecuaciones:

Ecuación 6.3.3

$$\text{Emisiones difusoras de CO}_2 = ((P_f \times E_{f\text{difusoras}}(\text{CO}_2) \times (\text{FA} \times \text{fa} \times 10^{-6}))$$

Donde:

P_f = Cantidad de días sin cobertura de hielos durante un año, (365 días/año).

E_{f difusoras} (CO₂) = Mediana dada de los datos del IPCC 2006 para países tropicales secos, (39.1 kgCO₂/ha*día).

FA = Área total de la superficie del embalse, ha.

fa = Fracción de área total del embalse que se ha inundado en los últimos 10 años, (se asume el 100%).

Ecuación 6.3.4

$$\text{Emisiones difusoras de CH}_4 = ((P_f \times E_{f\text{difusoras}}(\text{CH}_4) \times (\text{FA} \times 10^{-6}))$$

Donde:

P_f = Periodo libre de hielos, (365 días/año).

E_{f difusoras} (CH₄) = Mediana dada de los datos del IPCC 2006 para países tropicales secos, (0.29 kgCH₄/ha*día).

FA = Área total de la superficie inundada, ha.

Es importante aclarar que los datos del IPCC 2006 para las E_{f difusoras} (tanto de CO₂ como de CH₄) corresponden únicamente a las emisiones difusoras.

La IPCC propone las siguientes ecuaciones para estimar las emisiones de CO₂ y CH₄ conforme al nivel 2:

Ecuación 6.3.5

$$\text{Emisiones difusoras de CO}_2 = [(P_f \times E_{f\text{difusoras}}(\text{CO}_2)) + (P_i \times E_{i\text{difusoras}}(\text{CO}_2))] \times (\text{FA} \times \text{fa} \times 10^{-6})$$

Donde:

P_f = Cantidad de días sin cobertura de hielos durante un año, (365 días/año).

E_{f difusoras} (CO₂) = Mediana dada de los datos del IPCC 2006 para países tropicales secos, periodo libre de hielo (39.1 kgCO₂/ha*día).

P_i: Cantidad de días cubierto de hielos durante un año. No aplica para países tropicales.

E_{i difusoras} (CO₂) = No aplica para países tropicales.

FA = Área total de la superficie del embalse, ha.

fa = Fracción de área total del embalse que se ha inundado en los últimos 10 años, (se asume el 100%).

Al final la ecuación 6.3.5 debe quedar de la siguiente manera, para países tropicales:

$$\text{Emisiones difusoras de CO}_2 = (P_f \times E_{f\text{difusoras}}(\text{CO}_2)) \times (\text{FA} \times \text{fa} \times 10^{-6})$$

Ecuación 6.3.6

$$\text{Emisiones difusoras de CH}_4 = ((P_f \times E_{f\text{difusoras}}(\text{CH}_4) \times \text{FA}) + (P_f \times E_{f\text{burbuja}}(\text{CH}_4) \times \text{FA}) + ((P_i \times E_{i\text{difusoras}}(\text{CH}_4) \times \text{FA}) + (P_i \times E_{i\text{burbuja}}(\text{CH}_4) \times \text{FA}))$$

Donde:

P_f = Cantidad de días sin cobertura de hielos durante un año, (365 días/año).

$E_{f\text{difusoras}}(\text{CH}_4)$ = Mediana dada de los datos del IPCC 2006 para países tropicales secos, periodo libre de hielo (0.295 kgCO₂/ha*día).

FA = Área total de la superficie del embalse, ha.

$E_{f\text{burbuja}}(\text{CH}_4)$ = Emisiones difusoras relacionadas con el periodo libre de hielos, kgCH₄/ha*día.

P_i : Cantidad de días cubierto de hielos durante un año. No aplica para países tropicales.

$E_{i\text{difusoras}}(\text{CH}_4)$ = No aplica para países tropicales.

$E_{i\text{burbuja}}(\text{CH}_4)$ = No aplica para países tropicales.

fa = Fracción de área total del embalse que se ha inundado en los últimos 10 años, (se asume el 100%).

La ecuación 6.3.6 debe quedar de la siguiente manera para países tropicales:

$$\text{Emisiones difusoras de CH}_4 = (P_f \times E_{f\text{difusoras}}(\text{CH}_4) \times \text{FA}) + (P_f \times E_{f\text{burbuja}}(\text{CH}_4) \times \text{FA})$$

6.3.1.2 Emisiones de GEI

Emitidos por el cambio de uso del suelo

Los cambios de uso del suelo y en particular la deforestación, contribuyen en la emisión de GEI, reflejándose en el sector cambio de uso de suelo y silvicultura. Cabe resaltar, que las actividades de cambios de uso de suelo no solo originan emisiones sino también absorción (Rootzén et al., 2010). Como ya se mencionó anteriormente, además de CO₂, el uso de suelo y el cambio de uso de suelo también implica liberación de metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), óxidos de nitrógeno (NO_x) y monóxido de carbono (CO), sin embargo, considerando la información disponible, en este documento solo es se estimaron emisiones/absorciones de CO₂.

En las tablas a continuación se presentan los datos de C estimado para las diferentes categorías de uso de suelo en el año 2012 y 2018 identificados en el área de influencia directa e indirecta, establecida para los reservorios propuestos en la cuenca del río La Villa.

Tabla 15. Reserva de carbono estimada para usos de suelos en 2012 y 2018. Área de influencia directa - cuenca del río La Villa

Categoría*	C Total (t/ha)**	Has 2012	C ₂₀₁₂ (t)	Has 2018	C ₂₀₁₈ (t)
Tierras forestales	136.2	338.21	46,064.20	707.09	96,305.66
Tierras de cultivo	126.6	0.26	32.92	0.00	0.00

Pastizales	51.2	1,356.38	69,446.66	979.41	50,145.79
Cuerpos de agua	2.7	80.55	217.49	83.11	224.40
Asentamientos	2.7	3.86	10.42	9.65	26.06
Otros	2.7	0.00	0.00	0.00	0.00

* = IPCC del 2006.

** = Fase Piloto 2013-2015 del Inventario Nacional Forestal y de Carbono de Panamá

Tabla 16. Reserva de carbono estimada para usos de suelos en 2012 y 2018. Área de influencia indirecta - cuenca del río La Villa

Categoría*	C Total (t/ha)**	Has 2012	C ₂₀₁₂ (t)	Has 2018	C ₂₀₁₈ (t)
Tierras forestales	136.2	10,916.18	1,481,325.63	10,487.46	1,422,099.58
Tierras de cultivo	126.6	39.21	4,963.99	151.19	19,140.65
Pastizales	51.2	16,392.39	839,290.37	16,519.35	845,790.72
Cuerpos de agua	2.7	30.9	83.43	57.48	155.20
Asentamientos	2.7	176.06	475.36	331.20	894.24
Otros	2.7	0.00	0.00	8.06	21.76

* = IPCC 2006.

** = Fase Piloto 2013-2015 del Inventario Nacional Forestal y de Carbono de Panamá.

Fuente: URS Holdings, Inc., 2019.

Una vez obtenida la estimación de C para el año 2012 y 2018 en cada uso de suelo, se procedió a determinar el cambio en la existencia de C ocurrido durante este periodo de tiempo, el cual fue reemplazado en la ecuación 6.3.2, para obtener las estimaciones de emisiones/absorciones de CO₂ para cada uso de suelo y para cada área de influencia. A continuación, se presentan los resultados.

Tabla 17. Estimación de CO₂ por uso de suelo. Área de influencia directa - cuenca del río La Villa

Categoría*	ΔC	CO ₂ (t)
Tierras forestales	50,241.46	-260.53
Tierras de cultivo	-32.92	464.20
Pastizales	-19,300.86	72.26
Cuerpos de agua	6.91	0.59
Asentamientos	15.34	-5.94
Otros	0.00	0.00
Total	30,930.22	269.68

* = IPCC 2006.

Fuente: URS Holdings, Inc., 2019.

Tabla 18. Estimación de CO₂ por uso de suelo.

Área de influencia indirecta - cuenca del río Perales

Categoría*	ΔC	CO ₂
Tierras forestales	-58,134.43	20.42
Tierras de cultivo	14,176.67	-343.81

Pastizales	6,500.35	-1.44
Cuerpos de agua	71.77	-4.58
Asentamientos	418.88	-4.64
Otros	21.76	-9.90
Total	-36,945.01	-344.05

* = IPCC 2006.

Fuente: URS Holdings, Inc., 2019.

Para el área de influencia directa (AID), entre las categorías de uso de suelo se observa que las tierras forestales y los asentamientos, presentan valores negativos para la estimación de CO₂, lo cual indica que durante el periodo estimado estos usos de suelo absorbieron CO₂ de la atmósfera, mientras que las tierras de cultivo, los pastizales y los cuerpos de agua emitieron CO₂ a la atmósfera.

Analizando dichos resultados, encontramos que las tierras forestales se presentan como la categoría que absorbió mayor cantidad de CO₂ en el periodo estimado (-260.53t), seguida por los asentamientos (-5.94t). Estos resultados pueden ser debido a que en el periodo estimado estas categorías de uso de suelo ganaron territorio, sobre todo las tierras forestales. Mientras que las tierras de cultivo, los pastizales y los cuerpos de agua, tuvieron emisiones de CO₂ de 464.20t, 72.26t y 0.59t respectivamente, estos resultados posiblemente se deban a la pérdida de superficie en estos usos de suelo, principalmente en las tierras de cultivo las cuales fueron sustituidas en su totalidad por otro uso de suelo.

Por otro lado, en el área de influencia indirecta las tierras de cultivo, pastizales, cuerpos de agua, asentamientos y la categoría otros, se comportan como sumideros de CO₂, mientras que las tierras forestales en el periodo analizado fungieron como emisores de CO₂. De forma específica, el uso de suelo tierras de cultivo fue el que absorbió mayor cantidad de CO₂ (-343.81t), seguido por la categoría otros usos de suelo (-9.90t), asentamientos (-4.64t), cuerpos de agua (-4.58t) y pastizales (-1.44t), sin embargo la única categoría que emitió CO₂ a la atmósfera en este período fue la de tierras forestales, obteniendo una estimación de 20.42t.

En términos generales, analizando los resultados para el área de influencia directa e indirecta, tenemos que para la primera las emisiones netas de CO₂ son positivas, entendiéndose que el proceso de difusión fue mayor a la absorción, de tal manera que se emitieron 269.68t de CO₂ entre los años 2012 y 2018.

A nivel del área de influencia indirecta, por el contrario, la emisión neta de CO₂ fue negativa, de tal manera que la absorción fue superior a la difusión, absorbiéndose 344.05 toneladas de CO₂ de la atmósfera, en el periodo de tiempo 2012-2018.

Los resultados de este análisis nos ofrecen una estimación que sirve de base para observar como el cambio de uso de suelo en el área de influencia del proyecto, emite y/o absorbe Gases de Efecto de Invernadero (GEI), para el periodo evaluado. Para el AID y AII la mayor absorción se da principalmente a partir del aumento de las tierras forestales, además de las tierras de cultivo, este último en el caso del AII, lo cual puede ser por la regeneración de la vegetación leñosa y/o por plantaciones forestales.

Emitidos por los reservorios

Los reservorios multipropósito propuestos inundarán ecosistemas terrestres, lo que significa que al menos en las etapas iniciales, dispondrán de una gran cantidad de materia orgánica (dependiendo de la intensidad de la tala que se realice previo al cierre de las presas), que metabolizarán por vía detrítica. En general, esta primera fase, que podría denominarse heterotrófica, ha sido descrita para estos cuerpos de agua cuando tienen alrededor de una década de haber sido conformados y se distinguen porque emisiones de CO₂ y de CH₄ más elevadas que en

los años siguientes. Pasado este periodo el reservorio alcanza su situación de equilibrio y rebaja la emisión de gases con efecto invernadero a las tasas propias de otros sistemas acuáticos naturales equivalentes (Palau A. y Alonso M., 2008).

Es importante considerar que no todos los cuerpos de agua lóticos artificiales se comportan de la misma manera, en lo que al balance de gases con efecto invernadero se refiere. Existen diferentes factores que pueden influenciar dicho balance, como pueden ser: el clima, la localización en la cuenca, las características hidromorfológicas y el estado trófico; además de la gestión hidráulica de la cuenca.

En el caso específico de los ambientes lóticos tropicales, estos poseen un alto aporte de materia orgánica particulada procedente del exterior, lo que incrementa el poder reductor de los sedimentos y favorece la emisión de CH₄ frente a la emisión de CO₂. En zonas boreales las emisiones netas de GEI son menores, y la fase heterotrófica que sigue al llenado, supera los 10 años e incluso puede mantenerse a perpetuidad, como consecuencia de la alta carga de materia orgánica por unidad de superficie que queda cubierta por el agua (Palau A. y Alonso M., 2008).

En esta sección, por medio de los datos disponibles, se estimaron las emisiones difusoras de CO₂ y CH₄ para los reservorios de la cuenca del río La Villa, utilizando las ecuaciones del nivel 1 y nivel 2 de la IPCC 2006. En la Tabla 19 se presentan los datos generales utilizados en las ecuaciones para cada reservorio.

Tabla 19. Datos generales para los reservorios de la cuenca del río La Villa

Características	El Gato 125.16	La Villa 191.98
Área inundada	922.92 ha	667.52
Clima	Tropical seco	Tropical seco
E _f difusas (CO ₂)	39.1 kgCO ₂ /ha*día	39.1 kgCO ₂ /ha*día
E _f difusas (CH ₄)	0.295 kgCH ₄ /ha*día	0.295 kgCH ₄ /ha*día
E _f burbuja(CH ₄)	0.0524 kgCH ₄ /ha*día	0.0524 kgCH ₄ /ha*día
Periodo libre de hielos	365 días	365 días
Periodo cubierto de hielos	0	0
Fracción de área total inundada	1	1

Fuente: URS Holdings, Inc., 2019.

A manera de realizar una estimación de las emisiones difusoras de CH₄ con el nivel 2 se tomó como referencia las mediciones de Emisiones por Burbuja (sedimento-agua), de un embalse en Ecuador (embalse Daule–Peripa), por estar situado en una zona tropical, con características similares.

Los datos para la fracción del área total inundada corresponden al porcentaje (%) de llenado del embalse Daule–Peripa, que se inundó en los últimos 10 años, mientras que para los reservorios propuestos en la cuenca del río La Villa, se asume que cumplieron con el 100% de su llenado, por lo cual su fracción es 1.

Utilizando las ecuaciones 6.3.3 y 6.3.4 para obtener estimaciones con el nivel 1 y las ecuaciones 6.3.5 y 6.3.6 para obtener estimaciones con el nivel 2 para emisiones de CO₂ y CH₄ en los reservorios propuestos para la cuenca del río La Villa, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 20. Emisiones de CO₂ y CH₄ en el reservorio El Gato 125.16 de la cuenca del río La Villa

Emisión	Nivel 1 (Emisiones difusas)	Nivel 2 (Emisiones por burbuja)

CO ₂ Gg de CO ₂ año ⁻¹	13.17	13.17
CH ₄ Gg de CH ₄ año ⁻¹	0.10	0.12

Fuente: URS Holdings, Inc., 2019.

Tabla 21. Emisiones de CO₂ y CH₄ en el reservorio La Villa 191.98 de la cuenca del río La Villa

Emisión	Nivel 1 (Emisiones difusas)	Nivel 2 (Emisiones por burbuja)
CO ₂ Gg de CO ₂ año ⁻¹	9.53	9.53
CH ₄ Gg de CH ₄ año ⁻¹	0.07	0.08

Fuente: URS Holdings, Inc., 2019.

En ambos reservorios al comparar los resultados obtenidos, en el nivel 1 y el nivel 2, tanto para las emisiones de CO₂ como de CH₄ se observa que los valores son bastante similares. Estos valores están relacionados con la superficie del reservorio, entre más grande sea el reservorio la posibilidad de que se emitan emisiones de CO₂ y CH₄ a la atmósfera es mayor.

Una vez construido y estando en operación los reservorios (embalse), se deben hacer mediciones específicas como las emisiones difusas provocadas por la difusión molecular a través de la interfaz aire-agua, emisiones de burbujas, o emisiones de gas provenientes del sedimento a través de la columna de agua mediante burbujas, emisiones de desgasificación o emisiones que son el resultado de un cambio repentino de la presión hidrostática, para hacer las estimaciones con el nivel 3. Es importante considerar y separar adecuadamente todas las posibles vías de emisión, evitando duplicado de información.

Hay que tener claro que en la etapa inicial los reservorios disponen de una gran cantidad de materia orgánica que van metabolizando por vía detrítica y tienen en estas etapas iniciales de su operación (fase que podría denominarse heterotrófica) niveles más elevados de emisiones de CO₂ y CH₄. Pasado este periodo los embalses alcanzan su situación de equilibrio y reducen las emisiones de gases de efecto invernadero a las tasas propias de otros sistemas acuáticos naturales equivalentes (Palau, A. y Alonso M., 2008).

En ambos reservorios, al comparar los resultados obtenidos en el nivel 1 y el nivel 2, tanto para las emisiones de CO₂ como de CH₄, se observa que los valores son bastante similares. Estos valores están relacionados con el espejo de agua, de tal manera que entre más grande sea la superficie abarcada por este, la posibilidad que se emitan emisiones de CO₂ y CH₄ a la atmósfera también será mayor.

Una vez construidos y estando en operación los reservorios, se deben hacer mediciones específicas como las emisiones difusas provocadas por la difusión molecular a través de la interfaz aire-agua, emisiones de burbujas, o emisiones de gas provenientes del sedimento a través de la columna de agua mediante burbujas, emisiones de desgasificación o emisiones que son el resultado de un cambio repentino de la presión hidrostática, para hacer las estimaciones con el nivel 3. Es importante considerar y separar adecuadamente todas las posibles vías de emisión, evitando duplicado de información.

Hay que tener claro que, en la etapa inicial, los reservorios disponen de una gran cantidad de materia orgánica que van metabolizando por vía detrítica, y tienen en estas etapas iniciales de su operación (fase que podría denominarse heterotrófica), niveles más elevados de emisiones de CO₂ y CH₄. Pasado este periodo los reservorios alcanzan su situación de equilibrio y reducen las emisiones de gases de efecto invernadero a las tasas propias de otros sistemas acuáticos naturales equivalentes (Palau, A. y Alonso M., 2008).

6.3.1.3 Medidas para reducir los GEI

El “secuestro de carbono” implica la eliminación de CO₂ atmosférico por las plantas y el almacenamiento del carbono fijado como materia orgánica del suelo. Una mala gestión del suelo causa el agotamiento del carbono orgánico del suelo, trayendo como consecuencia emisiones de CO₂ a la atmósfera.

El dióxido de carbono es el segundo gas más importante en el calentamiento global por su cantidad después del vapor de agua y el primero asociado a actividades humanas.

Por otro lado, varios estudios realizados en la última década han demostrado que los reservorios tropicales pueden constituir una fuente apreciable de metano (CH₄) hacia la atmósfera.

Sin embargo, existen medidas con las cuales podemos contribuir a reducir las emisiones de Gas de Efecto de Invernadero (GEI) de manera local. A continuación, se presentan algunas de estas medidas:

MEDIDAS PARA REDUCIR EMISIONES DE GEI EMITIDAS POR EL USO DEL SUELO Y EL CAMBIO DE USO DEL SUELO, Y LOS RESERVORIOS
Incrementar los sumideros de dióxido de carbono, promoviendo el establecimiento de áreas de regeneración natural de especies arbóreas nativas en áreas deforestadas.
Incrementar los sumideros de CO ₂ incentivando la implementación de sistemas de producción agroforestales en zonas que presenten procesos de degradación de sus suelos.
Ayudar en la recuperación natural del ecosistema evitando daño excesivo en el aprovechamiento previo.
Evitar las quemaduras en las actividades agrícolas.
Disminuir el uso de fertilizantes en los cultivos, ya que estos se descomponen y generan GEI.
Evitar la tala de bosques y reforestar principalmente con especies nativas.
Tratar de mantener jardines y macetas con plantas en las casas y parques locales.
Cultivar y plantar plantas autóctonas, que requieren menos cuidados y menos agua.
En el caso específico de los reservorios, las emisiones de metano (CH ₄) a la atmósfera, se pueden reducir transformando las reservas existentes de metano biogénico, a una fuente de energía renovable. De acuerdo a la literatura, entre las alternativas existentes, el gas recuperado se puede bombear a grandes centros de consumo o almacenado localmente y quemado por turbinas gas, para generar electricidad durante los períodos de alta demanda, o incluso ser purificado para aplicaciones de transporte.

Fuente: URS Holdings, 2018.

6.3.2 Riesgos del cambio climático

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en su Informe de Desarrollo Humano 2014, advertía que el cambio climático es uno de los problemas más significativos para el desarrollo a nivel global, además señalaba que podría convertirse en el mayor obstáculo para que los países alcanzaran los objetivos de desarrollo sostenible que se han planteado.

A manera específica, señalaba que el cambio climático se consideraba responsable del aumento en la intensidad de las sequías en regiones áridas, así como del incremento de huracanes, tifones y otros fenómenos meteorológicos extremos y del aumento del nivel del mar, las inundaciones, la acidificación de los océanos y el desplazamiento o extinción de especies de plantas y animales.

El informe enumera qué zonas del planeta son especialmente vulnerables al cambio climático:

- *Pequeños estados insulares*: donde pueden dejar ser habitables área a menos de un metro por encima del nivel del mar.

- *Ciudades costeras*: vulnerables a eventos como las tormentas.
- *Pequeñas explotaciones agrícolas*: las cuales son especialmente susceptibles a la falta de lluvias y el aumento de la temperatura.

En el Informe de Desarrollo Humano 2018 (PNUD, 2018), se mantiene la preocupación sobre la sostenibilidad de proyectos de desarrollo, frente a las consecuencias ambientales de su ejecución y las implicaciones de estas sobre los hábitos de vida, cuando el PNUD hace referencia a que *“No se puede lograr un progreso sostenido en el ámbito del desarrollo humano si no se lucha contra la degradación ambiental y el cambio climático, que se han visto exacerbados como consecuencia del progreso reciente relacionado con el IDH”* (IDH: Índice de Desarrollo Humano).

Como se señala en la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (ANAM, 2000), tomando en cuenta la definición de vulnerabilidad como el *“grado en que una unidad de exposición es alterada o afectada adversamente por el impacto climático”*, establecida por las directrices técnicas del PICC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático), Panamá ha realizado esfuerzos para identificar y evaluar el impacto del cambio climático en áreas particularmente sensibles identificando y realizando estudios en los siguientes sectores:

- Salud humana.
- Agricultura.
- Recursos hídricos.
- Recursos marino-costeros.
- Recursos forestales.

En la presente sección, se describirá el análisis de la vulnerabilidad al cambio climático para el área de influencia de los reservorios multipropósito propuestos para la cuenca del río La Villa.

6.3.2.1 Metodología

Para la determinación de los factores de cambio climático se utilizó información bibliográfica disponible, referente a patrones y proyecciones de clima en la zona. El análisis de la vulnerabilidad mantuvo como base el proyecto desarrollado por el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), sobre el índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe, el cual presenta un mapeo de la distribución de los índices relacionados con la vulnerabilidad climática.

6.3.2.2 Patrones de clima en la cuenca del río La Villa

De acuerdo a lo identificado en la sección 5 Características del Área de Influencia, del presente documento, el cual consideró registros históricos de estaciones cercanas al área de influencia del proyecto (estación Chepo y Los Santos), se observan patrones climáticos que se corresponden con las características ambientales presentes en la zona. Registros promedios multianuales de hasta 1,450 mm/año a nivel de evaporación y de hasta 27.1 °C a nivel de temperatura. Un brillo solar que mantiene sus valores más altos en la época seca y que en el área de influencia del proyecto presenta un promedio multianual que va de 2,286 horas en su parte oeste, incrementando hasta cerca de las 2,292 horas en su sector este y norte. Meses de alta precipitación de mayo a noviembre y meses más secos de diciembre a abril en los cuales la precipitación puede llegar a un mínimo de 0.51 mm (estación Los Santos – río La Villa).

Con el pasar de los años la región de Azuero, de la cual forma parte el área de influencia del proyecto, ha venido sufriendo el impacto de agresivos procesos climáticos como el denominado “fenómeno del niño”, cuya variabilidad climática se produce por la interacción de las condiciones del océano y la atmósfera en el océano Pacífico

Tropical, provocando variaciones en el clima que, para el caso de Panamá, se manifiesta con disminución de lluvias en las regiones ubicadas en la vertiente del Pacífico y aumento en la vertiente del Caribe (Empresa de Transmisión Eléctrica, 2015). Esta situación, aunada a las condiciones de uso de suelo resultante de las prácticas agropecuarias, provoca que se incremente el riesgo de cambio de las condiciones climáticas de la región, el cual depende de la intensidad y frecuencia de la amenaza y de factores propios de la vulnerabilidad.

De acuerdo a lo indicado en el documento “Diversidad biológica en bosques fragmentados de la península de Azuero y su vulnerabilidad ante el cambio climático” (Cristina Garibaldi, Dimas I. Arcia-González, Roberto A. Cambra, 2018), la tendencia de la temperatura mínima en la estación Chepo a lo largo de 30 años de medición (1980 – 2009) es positiva, indicando que a lo largo del tiempo esta variable ha ido en aumento (). Por su parte, la **Error! Reference source not found.** muestra el comportamiento de la anomalía estandarizada de temperatura mínima, la cual refleja que a partir del año 2001 y hasta el 2007, solo se observan desviaciones positivas en la temperatura mínima de la estación Chepo. Este comportamiento podría estar vinculado al cambio climático.

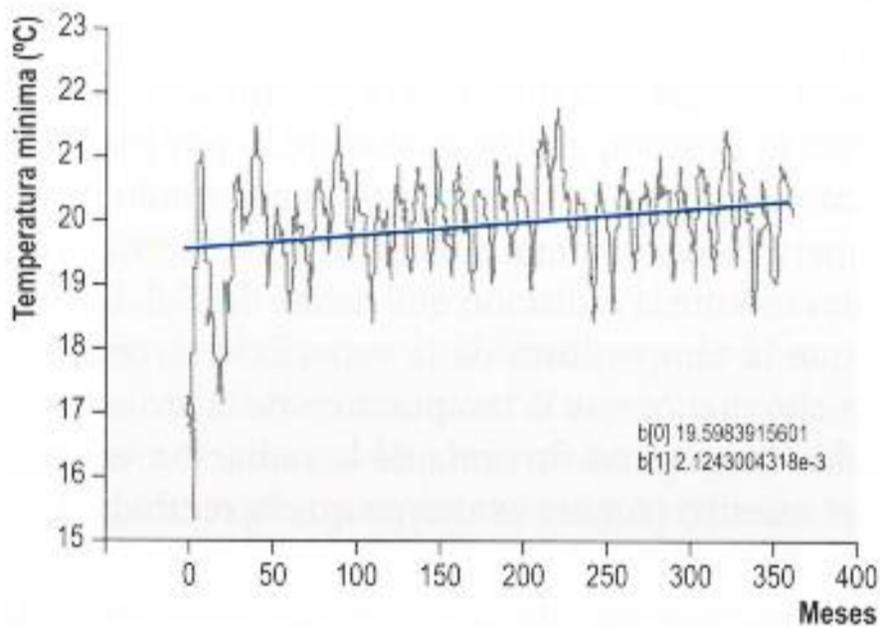


Figura 4. Comportamiento de la temperatura mínima (1980-2009), estación Chepo

Fuente: “Diversidad biológica en bosques fragmentados de la península de Azuero y su vulnerabilidad ante el cambio climático” (Cristina Garibaldi, Dimas I. Arcia-González, Roberto A. Cambra, 2018).

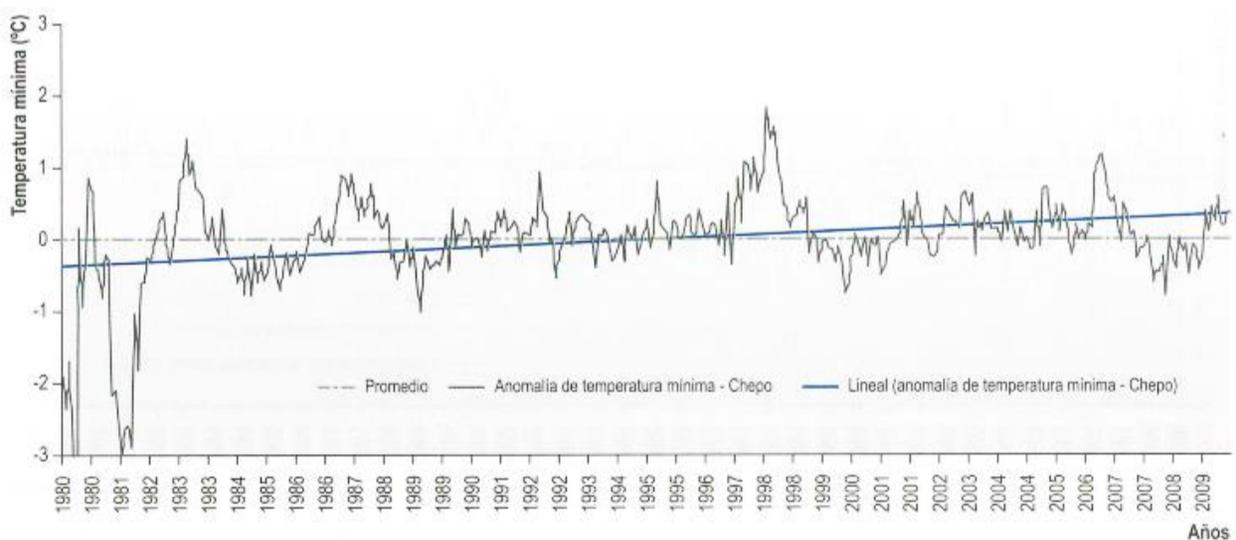


Figura 5. Anomalía estandarizada de temperatura mínima (1980-2009), estación Chepo

Fuente: “Diversidad biológica en bosques fragmentados de la península de Azuero y su vulnerabilidad ante el cambio climático” (Cristina Garibaldi, Dimas I. Arcia-González, Roberto A. Cambra, 2018).

6.3.2.3 Escenarios de cambio climático

De acuerdo a la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Panamá (Ministerio de Ambiente, 2018), presentada como parte de los compromisos adquiridos por el país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), los escenarios de cambio climático han permitido visualizar el potencial aumento en la temperatura, además indican una reducción significativa en la precipitación hacia distintos horizontes de tiempo. Para ello se utilizan los Modelos de Circulación General (MCG), los cuales corresponden a programas de cómputo que reproducen la dinámica atmosférica global en diferentes escalas incluyendo los efectos del océano y los continentes.

Panamá cuenta con escenarios de cambio climático aplicados al contexto nacional. Estos escenarios utilizan los modelos de clima global recomendados por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (PICC) en el Quinto Informe de Evaluación, tomando en cuenta la información proveniente de los llamados “Vías de Concentración Representativas” (RCP, por sus siglas en inglés). Estos RCP describen líneas de concentración de gases de efecto invernadero y concentraciones de aerosoles que, junto con el cambio del uso del suelo, son consistentes con un conjunto de salidas o resultados climáticos utilizados por la comunidad de modeladores climáticos.

Para el caso particular de la provincia de Herrera y Los Santos, donde se ubicará el área de influencia del proyecto, la **Error! Reference source not found.** y la **Error! Reference source not found.** muestran las variaciones anuales de la precipitación al 2050 y 2070 respectivamente, representada por las 32 opciones (líneas de colores) de escenarios considerados bajo la utilización de 8 Modelos de Circulación General utilizados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC). Estas variaciones anuales se muestran más exacerbadas que la condición histórica (línea en negro 1981-2014).

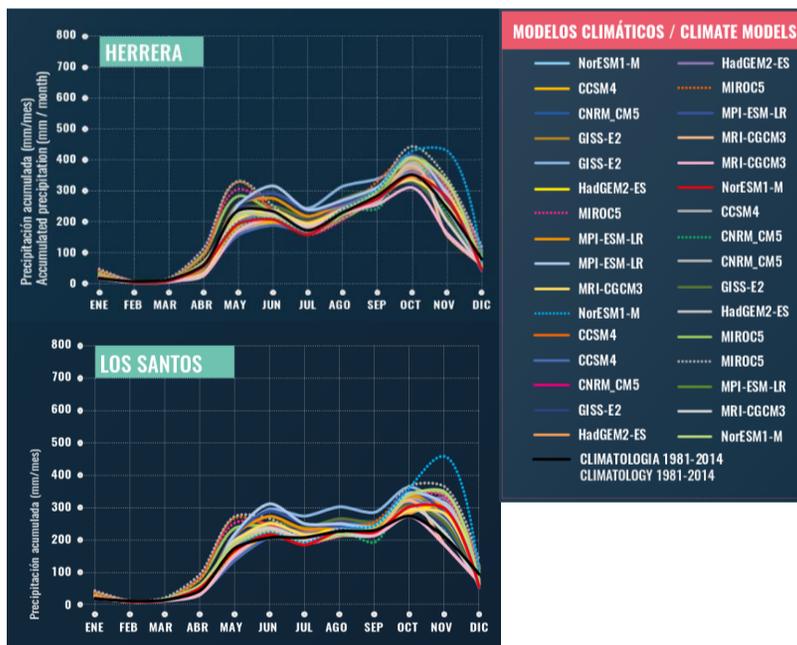


Figura 6. Proyección de cambios en la lluvia total mensual al 2050, provincia de Herrera y Los Santos

Fuente: Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Panamá, 2018.

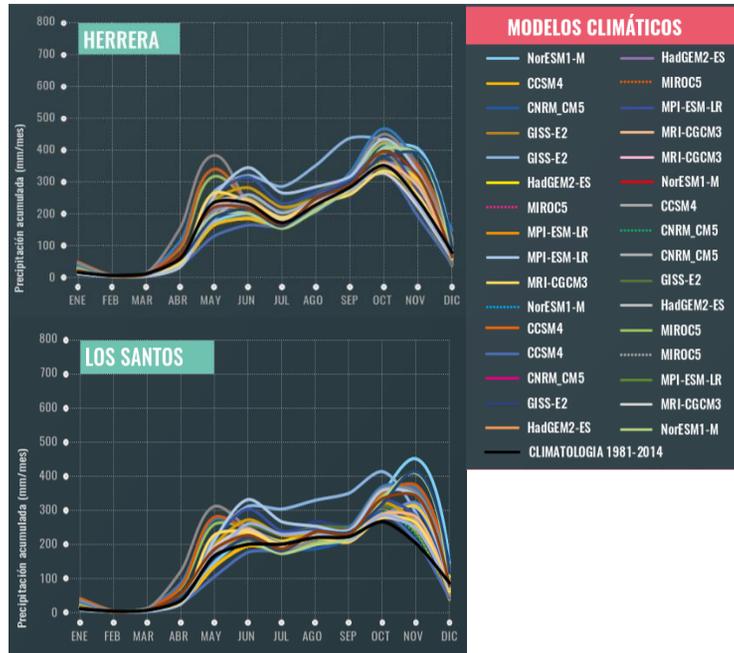


Figura 7. Proyección de cambios en la lluvia total mensual al 2070, provincia de Herrera y Los Santos

Fuente: Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Panamá, 2018.

En regiones particulares, como la del Arco Seco, que abarca provincias tales como Veraguas, Herrera, Los Santos y Coclé, 5 modelos de GCM de 8 muestran aumento de áreas con más precipitación, indicando condiciones más húmedas. Sin embargo, 2 modelos de 8 muestran condiciones muy similares a las históricas de 1981-2014; mientras que sólo un MCG revela condiciones con menos precipitaciones, siendo indicativo de escenarios más secos. El documento indica que las condiciones de sequías relativas, las cuales se presentan entre junio o julio, podrían intensificarse mostrando incluso condiciones extremas. Por el otro lado, para el segundo período máximo en las lluvias, el cual se presenta entre septiembre y octubre, podría recuperarse e incluso sobrepasar sus valores máximos históricos.

Los escenarios de cambio climático han permitido también visualizar el potencial aumento en la temperatura el cual evidencia un comportamiento dependiente de la subregión climática donde se tengan registros. Los escenarios para la temperatura indican condiciones más cálidas y extremas, similares a las proyectadas por el PICC hacia mediados y finales del siglo XXI. Una minoría de MCG (2 de 8) indican condiciones más secas hacia la porción extrema de la Región del Pacífico y Atlántico Occidentales, también indicando una condición igual o más seca, es decir, mayor extensión de área relativamente seca, hacia regiones particulares como el Arco seco y Comarca Guna Yala.

Por otro lado, utilizando la pendiente correspondiente a la tendencia lineal de la temperatura mínima, presentada en la sección 6.3.2.2, se permite estimar el aumento de temperatura mínima en la zona donde se ubica la estación Chepo, siendo la proyección según se muestra a continuación:

Tabla 22. Proyección de temperatura mínima en estación Chepo

Estación	Año 2020	Año 2030	Año 2040	Año 2050
Chepo	+0.25	+0.49	+0.74	+0.99

Fuente: “Diversidad biológica en bosques fragmentados de la península de Azuero y su vulnerabilidad ante el cambio climático” (Cristina Garibaldi, Dimas I. Arcia-González, Roberto A. Cambra, 2018).

Información más específica del área de influencia en cuanto a cambios de temperatura y precipitación se presentan en la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Panamá (2011), cuyas proyecciones se realizaron en escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero altas (A2) y escenarios de bajas emisiones de gases de efecto invernadero (B1), para los años 2020, 2050 y 2080. De acuerdo a ello, el área

donde se emplazarán los reservorios presenta las siguientes aproximaciones de cambios de temperatura y precipitación:

Tabla 23. Proyecciones de cambios de temperatura y de precipitación en el área del proyecto, años 2020, 2050 y 2080

Año	Cambios en temperatura superficial proyectados en abril (grados)		Cambios de precipitación proyectados en octubre (mm/día)	
	Escenarios A2 (emisiones altas)	Escenarios B1 (emisiones bajas)	Escenarios A2 (emisiones altas)	Escenarios B1 (emisiones bajas)
2020	0.9 a 1.2	0.8 a 1	0.5 a 2.5	0.5 a 2.5
2050	2 a 2.4	1.5 a 1.8	1 a mayor de 5	0.5 a 4
2080	3.6 a 4.2	2.2 a 2.6	2 a 10	1 a 6

Fuente: Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Panamá, 2011.

6.3.2.4 Vulnerabilidad frente al cambio climático

La vulnerabilidad climática es el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos ante el cambio climático; dependerá del carácter, la magnitud y la rapidez del cambio al que esté expuesto un sistema, así como de su sensibilidad y capacidad adaptativa. En los asentamientos humanos, la población más vulnerable o sensible a los efectos negativos del cambio climático son los adultos mayores, las mujeres, los niños y la población de escasos recursos (Ministerio de Ambiente, Konrad Adenauer Stiftung, SUMARSE, 2015).

La Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático – Panamá, manifiesta que recientemente en Panamá, las tendencias de los eventos climáticos extremos han mostrado una evidente tendencia al aumento y se han asociado con una condición de vulnerabilidad más acentuada. Dichas amenazas, muestran evidencias de impactos negativos en los sectores de interés nacional con afectaciones claras en la disponibilidad de agua en verano, una mayor demanda de energía ante altas temperaturas, pérdida de cultivos y de suelos.

- **Índice de vulnerabilidad de cambio climático**

Para la determinación del índice de vulnerabilidad del cambio climático en la zona de influencia del proyecto, se utilizó de referencia el proyecto desarrollado por el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) en el año 2014, a través del cual se generó el informe sobre el índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe.

El **Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático (IVCC)** evalúa el riesgo de exposición al cambio climático y a fenómenos extremos con respecto a la sensibilidad humana actual a esa exposición, y a la capacidad del país para adaptarse a los impactos potenciales del cambio climático o aprovechar esos posibles impactos. El IVCC está compuesto por tres índices que, a su vez, son índices de riesgo diferenciados: índice de exposición (50%), índice de sensibilidad (25%), índice de capacidad adaptativa (25%).



Figura 8. Aspectos que definen el Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático (IVCC)

Fuente: Elaboración propia.

El **índice de exposición** evalúa el riesgo que tiene una región de recibir impactos de fenómenos extremos relacionados con el clima (sequía, incendios forestales, ciclones y tormentas tropicales, mareas de tormenta, fuertes tormentas locales, deslizamientos de tierra provocados por la precipitación atmosférica, inundaciones y elevación del nivel del mar), así como el riesgo que plantean los cambios previstos en los parámetros climáticos de referencia (temperatura ambiente, precipitación atmosférica y humedad específica).

Por su parte el **índice de sensibilidad** analiza la sensibilidad humana actual a la exposición a fenómenos extremos relacionados con el clima (sequía, incendios forestales, ciclones y tormentas tropicales, mareas de tormenta, fuertes tormentas locales, deslizamientos de tierra provocados por la precipitación atmosférica, inundaciones y elevación del nivel del mar) y el cambio climático previsto. La sensibilidad es la medida de la susceptibilidad de la población a los impactos del cambio climático, la cual es una función de las circunstancias físicas, sociales y de medios de subsistencia actuales de esa población. Al emplear una combinación de datos sub-nacionales y nacionales, el índice estudia aspectos de sensibilidad relacionados con salud, pobreza, conocimiento, infraestructura, conflicto, agricultura, población y presión sobre los recursos.

El **índice de capacidad adaptativa** evalúa la habilidad o el potencial de las instituciones de un país, su economía y su sociedad, para ajustarse a las presiones existentes o previstas resultantes del cambio climático o para aprovecharlas. Los factores críticos que influyen en la capacidad adaptativa de un país corresponden a: la fortaleza de la economía; la efectividad y la estabilidad del gobierno; el grado de transferencia del conocimiento y las comunicaciones con la población en general; la habilidad de un país para desarrollar tecnologías o prácticas innovadoras; la disponibilidad de recursos naturales; y el grado de dependencia de la agricultura o de otras actividades vulnerables para sostener la economía.

Los índices indicados se presentan en una escala de 0-10, donde los valores cercanos a 0 representan mayor riesgo, mientras los valores cercanos a 10 representan menor riesgo; de ello surgen cuatro (4) categorías de riesgo.

Tabla 24. Categorías de riesgo ante vulnerabilidad de cambio climático

Categoría de riesgo	Extremo	Alto	Medio	Bajo
Escala	0 - 2.5	>2.5 - 5	>5 - 7.5	>7.5 - 10

Fuente: Banco de Desarrollo de América Latina (Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe), 2014.

De acuerdo al documento de la CAF, Panamá a nivel de país presenta un índice de vulnerabilidad al cambio climático de 5.57, el cual lo ubica en la categoría de riesgo medio, manteniendo la posición No. 19 en la región de América Latina. En el índice de sensibilidad, Panamá se clasifica como “riesgo alto” (4.61), en el índice de capacidad adaptativa se le clasifica en “riesgo medio” (6.70), y presenta una categoría media con respecto a la exposición (5.26).

A su vez el estudio presentó valores de índices a nivel subnacional, lográndose identificar que las provincias de Los Santos y Herrera mantienen un índice de vulnerabilidad al cambio climático clasificado como riesgo bajo (7.51) y riesgo medio (7.47) respectivamente.

Tabla 25. Puntuación de índices relacionados con vulnerabilidad al cambio climático, provincias de Herrera y Los Santos

Provincia	Índice de vulnerabilidad al cambio climático	Índice de exposición	Índice de Sensibilidad	Índice de capacidad adaptativa
Herrera	7.47	6.96	4.41	6.70
Los Santos	7.51	6.77	4.38	6.70

Fuente: Banco de Desarrollo de América Latina (Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe), 2014.

A pesar de que el índice de vulnerabilidad al cambio climático en la provincia de Herrera se sitúa en categoría media, su puntuación está muy cercana a la categorización baja que presenta la provincia de Los Santos; en general ambas regiones muestran resultados muy homogéneos a nivel de los diferentes índices evaluados. Es el factor de sensibilidad el que muestra un nivel de riesgo más alto en ambas provincias, y que como se indicó anteriormente está ligado a la susceptibilidad de la población frente a los impactos que podría ocasionar el cambio climático, tomando en consideración sus aristas físicas, sociales y de subsistencia.

Si bien el estudio realizado no presenta datos específicos de puntuación de índices en las comunidades ubicadas en el área de influencia del proyecto, se puede lograr identificar un panorama de la zona a través de la Figura 9 presentada a continuación.

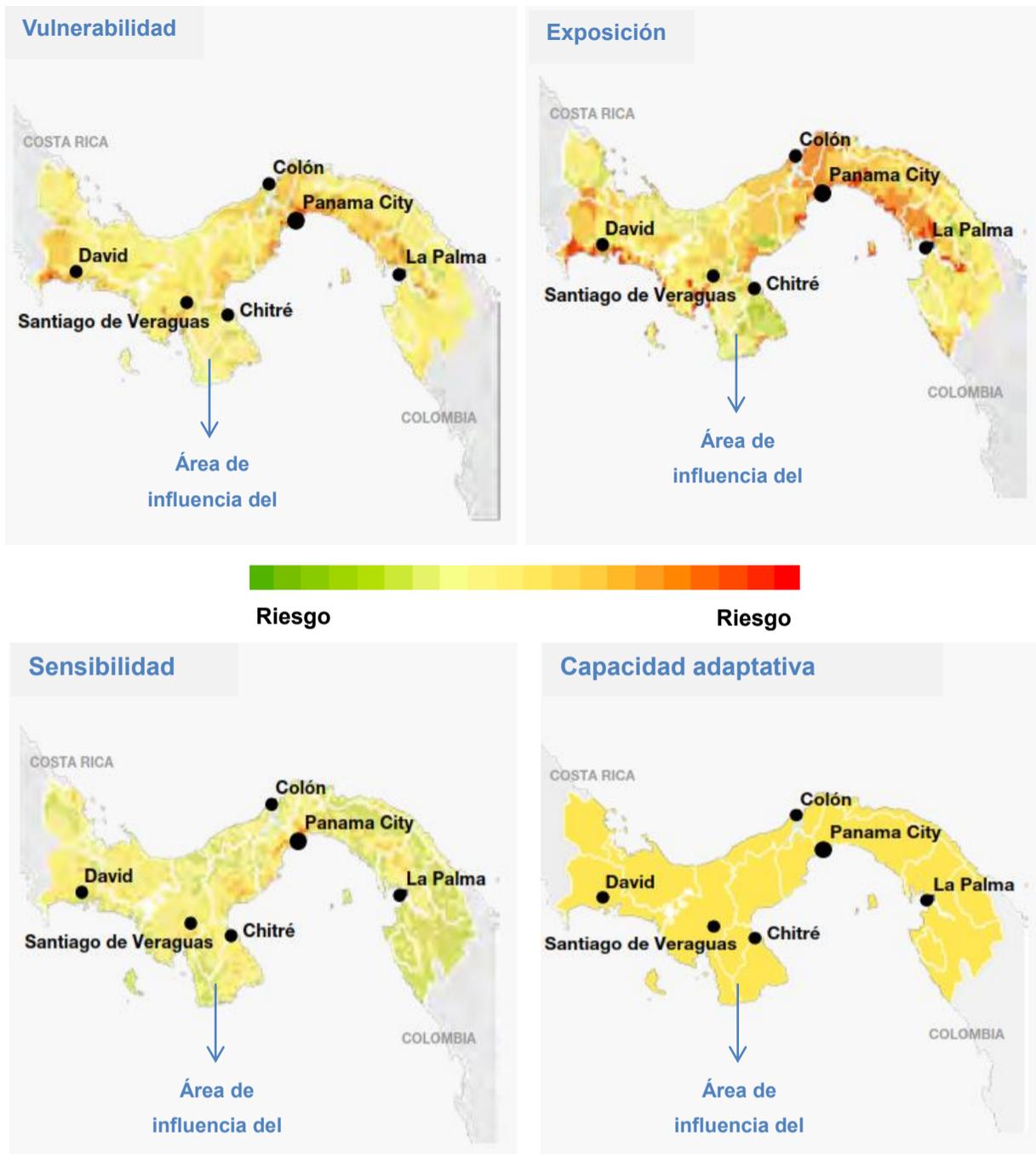


Figura 9. Distribución de índices relacionados con vulnerabilidad al cambio climático en el área de influencia del proyecto

Fuente: Banco de Desarrollo de América Latina (índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe), 2014.

De acuerdo a lo visualizado en la Figura 9, se puede indicar que, en el área de influencia del proyecto, el índice de vulnerabilidad al cambio climático se mantiene en mayor medida bajo una categoría de riesgo medio con tendencia hacia la categorización baja, esta última representada a nivel de la imagen por parches con leves tonalidades verdes; esta condición guarda relación con la categorización definida a nivel de provincia en la Tabla 25.

El área de influencia del proyecto, categorizada de acuerdo a la Figura 9 con un grado de exposición que oscila entre media y baja, recibe principalmente los efectos de eventos de sequías provocados por la presencia de estaciones secas prolongadas y fenómenos naturales como “El Niño”, los cuales se han venido intensificando con el pasar de los años, relacionándose con el paulatino cambio climático. Según el Informe de Monitoreo de la Calidad de Agua en las Cuencas Hidrográficas de Panamá (compendio de resultados años 2002 – 2008, presentado en ANAM, 2009), los desastres ambientales recurrentes en la cuenca del río La Villa son principalmente los incendios de masa vegetal, inundaciones y sequía, esta última provocando incrementos de temperaturas.

La población del área de influencia se caracteriza por mantener actividades económicas principalmente basadas en la ganadería y la agricultura y en la mayoría de los casos, de subsistencia, lo que la hace propensa a depender de las condiciones climáticas para lograr el éxito de su producción ganadera y de sus cultivos. Las áreas rurales se definen por la pobreza y marginalidad, los centros urbanos concentran, tanto el proceso de urbanización, como las actividades comerciales y de servicios, sin embargo, dentro del área de estudio no se identificaron localidades con categoría urbana (mayor de 1000 habitantes).

En general, la infraestructura es limitada, con una vialidad en buen estado en los caminos principales y caminos de acceso de tierra, en estado regular, hacia las áreas poco pobladas y/o fincas agropecuarias. El agua potable es intermitente. Los servicios de salud y educación se encuentran focalizados en los centros de mayor población, con cobertura limitada. Las condiciones sociales indicadas son factores que inciden directamente en la sensibilidad que pueda tener la población para hacer frente a las condiciones de cambio climático que se vienen presentando en la región; de acuerdo a lo observado en la Figura 9, el área de influencia estaría posicionado principalmente en el rango medio de sensibilidad.

De acuerdo al documento desarrollado por el Banco de Desarrollo de América Latina, Panamá mantiene un índice de capacidad adaptativa homogéneo, posicionado en el nivel de riesgo medio, el cual, de acuerdo a lo observado en la Figura 9, se aplica a nivel de todo el país, incluyendo el área de influencia de los reservorios multipropósito. Como se indicó anteriormente, este índice considera aspectos como la fortaleza de la economía, efectividad y estabilidad del gobierno, el grado de transferencia del conocimiento, comunicaciones con la población en general. La capacidad de un gobierno para transferir conocimientos y capacidades apropiadas a la población es un aspecto crucial de la construcción de resiliencia al cambio climático. Para lograr el apoyo a las estrategias de adaptación, tiene mucha importancia la sensibilización y la participación ciudadana, así como el conocimiento de las comunidades sobre los riesgos del cambio climático.

Panamá, a través de entidades como el Ministerio de Ambiente, regula y coordina aspectos relacionados con el cambio climático a nivel nacional; cuenta con una Política Nacional de Cambio Climático (2007) promulgada mediante Decreto Ejecutivo No. 35, la cual establece la obligación de incluir aspectos de vulnerabilidad y adaptación en los planes ambientales nacionales; estipula la Estrategia de Mitigación del Cambio Climático, cuya finalidad es reducir las emisiones a partir de cambios en el uso del suelo, la silvicultura, reducir la deforestación y la degradación, fomentar la producción y las energías limpias.

6.3.2.5 Adaptación a efectos del cambio climático

Panamá posee un índice de capacidad adaptativa de 6.70 (riesgo medio), que se aplica por igual a todas las regiones del país, incluyendo por ende la zona donde se ubica el área de influencia del proyecto.

El nivel de adaptación al cambio climático que mantenga el área de influencia de los reservorios multipropósito va a depender en gran medida de las capacidades institucionales y técnicas que tenga el país, para implementar adecuadamente en la región estrategias que fortalezcan la facultad de adaptación de la población y su grado de resiliencia.

A continuación, se listan algunas estrategias ejecutadas a nivel gubernamental para lograr la implementación de medidas de adaptación al cambio climático a nivel de país, lo que por ende repercute de manera directa o indirecta en el área de influencia del proyecto:

- **Programa Nacional de Cambio Climático (PNCC), 2001:** En 2001 se concreta el PNCC con mecanismos institucionales y legales orientados a: i) fortalecer la institucionalidad y capacidad nacional;

ii) mejorar la coordinación interinstitucional; iii) vincular y realizar alianzas estratégicas; y iv) establecer mecanismos de desarrollo para una eficaz gestión (ANAM, 2011²).

- **Unidad de Cambio Climático y Desertificación, 2006:** creada mediante el Decreto Ejecutivo No. 163 de 22 de agosto de 2006 y adscrita a la Autoridad Nacional del Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente), con el objeto de cumplir con las responsabilidades que le competen al país dentro del marco de las convenciones en materia de cambio climático y desertificación, así como participar en la formulación de políticas y estrategias para dar cumplimiento a las acciones relacionadas con el cambio climático y desertificación.
- **Política Nacional de Cambio Climático, 2007:** mencionada anteriormente, promueve acciones relativas a la adaptación al cambio climático en los sectores priorizados en la Comunicación Nacional a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), de modo que sean compatibles con la protección de la población, con la conservación y recuperación de los recursos naturales y la preservación de los ecosistemas, (Autoridad Nacional del Ambiente, 2007).
- **Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCCP), 2015:** esboza un conjunto de acciones que, en base a sus circunstancias nacionales, le permitirá a Panamá contribuir activamente en la consecución del objetivo último de la CMNUCC y disminuir su vulnerabilidad ante los efectos adversos del cambio climático, por medio de la priorización e implementación de medidas de adaptación específicas. Tiene por objetivo aumentar la capacidad adaptativa de las poblaciones más vulnerables e impulsar la transición hacia un modelo de desarrollo bajo en emisiones. La ENCCP incluye tres componentes: 1) adaptación, 2) desarrollo bajo en emisiones y 3) desarrollo de capacidades y transferencia de tecnologías (Ministerio de Ambiente, 2015).
- **Plan Estratégico de Gobierno (PEG) 2015-2019:** mantiene dentro de sus objetivos mitigar y/o eliminar los procesos de deterioro ambiental asociados al uso inadecuado del territorio y las actividades antrópicas, así como reducir los efectos potenciales asociados a las amenazas naturales a nivel nacional. Lo anterior abarca el diseño, aprobación e implementación de una Estrategia Nacional de Cambio Climático con la intención de adaptar los sectores de la economía a los efectos adversos del cambio climático y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en los sectores energía, transporte, procesos industriales, gestión de desperdicios, agricultura, cambio de uso de tierra y silvicultura, (Gobierno de la República de Panamá, 2014).
- **Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050: Agua para Todos (PNSH):** que con su meta No. 2, definida como “Agua para el crecimiento socioeconómico inclusivo”, busca garantizar la disponibilidad hídrica en un clima cambiante y de la cual forma parte precisamente el desarrollo del presente documento. El PNSH es quizás el intento más ambicioso de crear una agenda de Estado con metas claras para la búsqueda de la sostenibilidad y uso racional del recurso hídrico de Panamá.
- **Plan Nacional de Cambio Climático para el Sector Agropecuario de Panamá 2018-2030:** esboza como misión que para el 2030 el sector agropecuario panameño habrá aumentado la resiliencia y adecuado sus procesos productivos hacia una economía baja en las emisiones de gases de efecto invernadero, mediante el impulso de tecnologías y conocimientos, que a su vez faciliten el desarrollo productivo, competitivo y sostenible, para el logro de la seguridad alimentaria y nutricional. Estima que los principales beneficiarios serán los productores agropecuarios y sus familias, profesionales del sector agropecuario, academia, consumidores, que tendrán acceso a la información del clima, acceso a tecnologías, información y recursos que facilitan la adaptación al cambio climático y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, generado por el sector. (Ministerio de Desarrollo Agropecuario, 2018).
Este plan tiene cobertura a nivel nacional por lo que alcanza injerencia en el área de influencia del proyecto, más aún por el hecho de que la zona se caracteriza por tener como principal eje económico la actividad agropecuaria y un clima afectado por los efectos del cambio climático.

² Autoridad Nacional del Ambiente, 2011. Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Panamá.

- Política Nacional de Salud y Lineamientos Estratégicos, 2016-2025:** dentro de su Política 3 contempla reducir la vulnerabilidad ante desastres naturales, las emergencias antrópicas y los efectos del cambio climático, mediante la planificación, prevención, mitigación, preparación, respuesta y rehabilitación temprana con la colaboración interinstitucional a nivel nacional. (Ministerio de Salud de Panamá, 2016). Cabe destacar que el Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud (ICGES), apoya muy de cerca al Ministerio de Salud en el proceso de toma de decisiones y en la respuesta frente a enfermedades epidemiológicas. En este sentido, el ICGES viene desarrollando durante los últimos años la investigación: "Influencia del clima en la salud humana para el fortalecimiento de los Sistemas de Alerta Sanitaria". Dicho estudio va dirigido a proporcionar evidencias científicas que fortalezcan el desarrollo de los Sistemas Nacionales de Alerta Temprana en Salud para enfermedades transmitidas por vectores y crónicas, asociadas a la variabilidad climática. Igualmente está llevando a cabo la investigación: Análisis del impacto de la variabilidad climática y las fluctuaciones del tiempo en la dinámica de transmisión de la malaria en áreas endémicas. Este estudio incorpora el componente entomológico a un modelo matemático para conocer cómo las variaciones del clima impactan en la población de mosquitos y por ende en la transmisión (Ministerio de Ambiente, 2018).

Además, en la región del Arco Seco, específicamente en las ciudades de Los Santos y Chitré, se están llevando a cabo iniciativas para el fortalecimiento de la resiliencia hídrica, mediante un proyecto ejecutado por CATHALAC y el International Development Research Center (IDRC) de Canadá titulado *“Fortalecimiento de la resiliencia de los recursos hídricos frente al Cambio Climático en dos ciudades de la cuenca del río La Villa del Arco Seco de Panamá”*.

Esta iniciativa, identificará los riesgos presentes y futuros asociados a la provisión y demanda de agua frente a la variabilidad del clima y al cambio climático en las ciudades de Chitré y La Villa de Los Santos, así como se evaluará la viabilidad de las inversiones en infraestructura de agua y/o instrumentos financieros a través del desarrollo de estudios piloto en dichas ciudades. Su impacto, tendrá escalabilidad a la región del Corredor Seco Centroamericano y otras zonas secas (de la cual forma parte el área de influencia del proyecto de reservorios multipropósito), mismos que podrán aprovechar su marco de gobernanza existente y líderes comunitarios para contribuir en el establecimiento y sostenibilidad de las acciones por identificar (Cathalac, 2018).

6.3.3 Medidas para el control de cambio climático

Considerando que el proyecto podría presentar impactos sobre el microclima del área de influencia del proyecto, será necesario que durante su ejecución se contemple la ejecución de las medidas necesarias para mitigar las afectaciones a nivel de este componente, así como la aplicación de aquellos controles y/o compensaciones que contribuyan a mantener al menos las condiciones climáticas existentes. Ver Tabla 264.

Tabla 26. Medidas para el control de cambio climático

Medidas
Eliminar únicamente aquellos árboles que interfieran con el desarrollo del proyecto.
Promover la recuperación de la vegetación en las áreas con suelo desnudo que sean utilizadas de forma temporal y que no sean ocupadas por estructuras permanentes del proyecto.
Todos los motores serán mantenidos adecuadamente acorde a las especificaciones de los fabricantes respectivos, manteniéndose un registro del mantenimiento realizado a cada uno de ellos, extendiendo esto a todos los proveedores de equipos y subcontratistas de la obra.
Elaborar un Plan de reforestación compensatoria de especies nativas, seleccionando las áreas a ser reforestadas en coordinación con el Ministerio de Ambiente.
Contemplar el uso de luminarias LED.

Fuente: URS Holdings, Inc., 2019.

Es importante destacar que Panamá a nivel nacional mantiene una serie de medidas de aplicación dirigidas a promover la adaptación al cambio climático y que se encuentran detalladas en la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, respaldadas por los diferentes planes y estrategias que fueron detallados anteriormente en la sección 6.3.2.5. A pesar de que el documento indicado muestra las medidas a nivel nacional, en el cuadro a continuación se presentan aquellas que están relacionadas con el área de estudio.

Tabla 27. Medidas propuestas a nivel gubernamental para la adaptación al cambio climático, región del Arco Seco

Amenaza climática más común	Tendencia		Impactos asociados	Subsector más vulnerable	Propuestas de medidas de adaptación
	Actual	Futura			
Recursos hídricos					
Aumento en los valores de la temperatura máxima en verano.	Muy frecuentes	Muy probable que se incremente (déficit de lluvias de hasta 10% y cambios en temperatura máxima de hasta 3°C).	<ul style="list-style-type: none"> Estrés hídrico. Interrupción en servicio de agua para consumo humano. Mayores condiciones para incendios. 	<ul style="list-style-type: none"> Sitios sin servicios de agua potable. Población adulta y desprotegida de servicios básicos. Niños y adultos malnutridos. 	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas de alerta temprana ante sequías. Seguros paramétricos de apoyo al agricultor. Gestión de las aguas subterráneas. Elaboración de reservorios artificiales. Campañas de concientización ciudadana.
Déficit de lluvias en verano.	Frecuentes (agravados por El Niño)		<ul style="list-style-type: none"> Afectación al sector energético, servicios y navegación marítimos. Niveles críticos en ríos y zonas de recarga hídrica. Interrupción en servicio de agua para consumo humano. 	<ul style="list-style-type: none"> Sectores, servicios y sociedad dependientes de la electricidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación de fuentes hídricas superficiales y subterráneas. Elaboración de planes sectoriales ante el cambio climático. Campañas para el consumo responsable del recurso. Campañas de ahorro energético. Diversificación de la matriz energética nacional.
Agricultura					
Déficit de lluvias entre época seca e invierno (sequía).	Frecuentes (agravados por El Niño)	Muy probable que se incremente (déficit de lluvias hasta 10% y cambios en temperatura máxima de hasta 3°C).	<ul style="list-style-type: none"> Retrasos o pérdidas en el inicio de la temporada de siembra. Estrés vegetal. Déficit hídrico en reservorios. Plagas y enfermedades. 	<ul style="list-style-type: none"> Pequeños agricultores o familias de subsistencia. Pequeñas asociaciones agrícolas. Agricultores sin apoyos e incentivos (seguros, apoyos para el campo, sin infraestructura). 	<ul style="list-style-type: none"> Implementación de mecanismos financieros y de seguros ante riesgo climático. Establecimiento de sistemas de alerta temprana ante contingencias climáticas. Ampliación de la red de monitoreo meteorológico. Evaluación de fuentes hídricas para su utilización en riego mecanizado. Implementación de sistemas de riego.

Amenaza climática más común	Tendencia		Impactos asociados	Subsector más vulnerable	Propuestas de medidas de adaptación
	Actual	Futura			
Lluvias intensas en invierno.	Frecuentes (agravados por El Niño).	Muy probable que se incremente	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdidas de cosechas. • Desbordamiento de ríos y cañadas. • Daños a infraestructura y vías de comunicación. • Erosión de la cobertura del suelo. • Pérdida de nutrientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pequeños agricultores o familias de subsistencia. • Pequeñas asociaciones agrícolas. • Agricultores sin apoyos e incentivos (seguros, apoyos para el campo, sin infraestructura). 	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de fortalecimiento de semillas resistentes a cambios de clima. • Actualización de áreas y regiones agroecológicas. • Ampliación del conocimiento sobre cambio climático en pequeños agricultores. • Establecimiento de reservorios artificiales para uso agrícola. • Políticas sectoriales bajo un enfoque "climáticamente inteligente". • Generación de estudios sectoriales actualizados y acorde a la realidad ambiental nacional.
Aumento en los valores de la temperatura máxima en verano.	Muy frecuentes		<ul style="list-style-type: none"> • Estrés vegetal. • Plagas y enfermedades. • Aumento de masa vegetal para incendios. 		
Salud humana					
Déficit de lluvias en invierno (sequía).	Frecuentes	Muy probable que se incremente (déficit de lluvias de hasta 10% y cambios en temperatura media y máxima de hasta 3°C).	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad para la higiene ante escasez de agua. • Afectación por hantavirus y Leishmaniosis. • Problemas gastrointestinales. • Cuadros de diarrea. • Casos de alergias y enfermedades transmitidas por vectores (malaria, zika, chicungunya). • Aumento de influenza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adultos mayores y con alguna disfunción corporal, niños, infantes y embarazadas con altos niveles de pobreza y malnutrición. • Comunidades con servicio médico de difícil acceso. • Comunidades con precaria infraestructura para agua y saneamiento básicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>(rural)</i> Cerrar brechas de inequidad tanto en el acceso como en la calidad del servicio de agua potable y saneamiento. • <i>(área urbana)</i> Priorizar actuaciones de mejora en calidad y cobertura de servicios básicos. • Mejorar las redes de distribución de agua potable. • <i>(rural)</i> Fomentar la elaboración de baños higiénicos. • Realizar campañas de concientización para la recolección de basura y manejo de desechos. • Mejorar la coordinación de esfuerzos institucionales e involucrar a las autoridades locales.
Lluvias intensas en invierno (inundaciones).	Muy Frecuentes				

Amenaza climática más común	Tendencia		Impactos asociados	Subsector más vulnerable	Propuestas de medidas de adaptación
	Actual	Futura			
Aumento en los valores de la temperatura máxima en verano (Olas de Calor)	Frecuentes	<p>Muy probable que las olas de calor sean más frecuentes.</p> <p>Muy probable que las temperaturas mínimas tiendan a ser más cálidas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Casos de deshidratación. • Problemas gastrointestinales. • Cuadros de diarrea. • Aumento de enfermedades transmitidas por mosquitos (dengue, malaria). • Problemas respiratorios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adultos mayores y con alguna disfunción corporal, niños, infantes y embarazadas con altos niveles de pobreza y malnutrición. • Comunidades con servicio médico de difícil acceso. • Comunidades con precaria infraestructura para agua y saneamiento básicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Campañas para el control y disminución de enfermedades vectoriales. • Generar y gestionar información para una mejor vinculación entre salud y ambiente. • Focalizar intervenciones de vivienda social en poblaciones vulnerables. • Implementación de planes de inversión social.

Fuente: Obtenido de la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, 2018.

7 OBJETIVOS A LARGO PLAZO

El análisis ambiental de los reservorios en la cuenca del río La Villa, proporciona un acercamiento a las implicaciones ambientales y sociales asociadas a la conformación de los reservorios multipropósito, donde se evidencia la complejidad asociada al desarrollo de este tipo de proyectos.

Por esto, su diseño final, construcción y manejo requiere que se mantenga una adecuada coordinación entre los aspectos de diseño, tanto técnicos como económicos y los aspectos ambientales y sociales.

El logro de dicho acompañamiento entre las variables técnicas, económicas, ambientales y sociales puede favorecerse estableciéndose una serie de objetivos a largo plazo que faciliten la definición de programas de acción integrados dirigidos a garantizar un desarrollo y operación sostenible de los reservorios. Bajo esta premisa se proponen los siguientes objetivos a largo plazo:

- Dimensionamiento de las implicaciones ambientales y sociales de los reservorios, lo cual requiere un análisis del diseño final de los reservorios incluyendo todos los componentes que lo conforman, así como las áreas de uso temporal, con el fin de identificar los impactos ambientales y sociales que pudieran generarse, tomando en cuenta el diseño final de las obras, así como la envergadura y distribución de las áreas de uso temporal, esto a su vez favorecerá la identificación y diseño de las medidas de protección ambiental requeridas, para una adecuada inserción de las obras en el área de influencia y adicionalmente, definir la forma más adecuada para que el diseño, construcción y operación de las obras permanentes y temporales se integren a los requisitos, condicionantes y recomendaciones, establecidos en la normativa nacional aplicable y las normas o guías internacionales como los Principios de Ecuador y las Normas de Desempeño de la Corporación Financiera Internacional (IFC por sus siglas en inglés).

Este objetivo incluye una caracterización complementaria para las variables ambientales y sociales que pudieran ser afectadas, adicionales a las incluidas en el levantamiento de línea base presentado en el presente documento y, en caso de transcurrir más de dos años de la elaboración de esta, se requerirá su actualización. Las variables complementarias a evaluarse incluyen, por ejemplo:

- Evaluación de los niveles de ruido ambiental actualmente existentes en las viviendas y otros receptores sensibles seleccionados, ubicados en el área de influencia indirecta, ubicada a una distancia no mayor de 500 m de las obras permanentes y temporales.
 - Determinación de la calidad de los suelos en el área a ser intervenida para la planificación de su adecuado manejo, en el caso de movimientos de tierra y, en el área a ser ocupada por los reservorios, para estimar las implicaciones del cambio en las condiciones existentes.
 - Caracterización de la calidad del aire en las áreas con presencia de centros poblados, viviendas dispersas u otros receptores sensibles seleccionados, ubicados en el área de influencia indirecta, hasta distancias no mayores de 1000 m desde las obras permanentes y temporales.
 - Actualización de la información ambiental, socioeconómica y cultural, en caso de que se desarrollen obras en áreas no consideradas en la presente evaluación, y que impliquen la ampliación del área de influencia directa y/o indirecta de los reservorios.
 - Evaluación de la presencia (línea base) y monitoreo posterior durante el funcionamiento de los reservorios, de especies vectores de enfermedades y la evaluación de los controles naturales de los mismos.
- Asegurar el funcionamiento sostenible de los reservorios, para lo cual, además de considerar y planificar una serie de aspectos técnicos, económicos y operativos propios del manejo de sistemas de almacenamiento y distribución de agua, que se escapan del alcance de la presente evaluación, se requiere el desarrollo de una estrategia de actuación frente a condiciones particulares existentes en el área.

Dichas condiciones abarcan la presencia de masas de agua cuya calidad las hace no aptas para algunos usos, lo cual no solo implica la necesidad de un sistema de tratamiento para las aguas antes de su entrega al usuario final y cuyas características dependerán del tipo de uso que se le asigne al agua, sino además requiere una evaluación de las variaciones que la calidad del agua pudiera experimentar una vez modificadas las condiciones al pasar de un ambiente léntico a un ambiente lótico, a manera de ejemplo, las aguas del río La Villa presentaron una alta carga de bacterias coliformes, las cuales pudieran incrementar su concentración por encima de los niveles actualmente existentes, una vez sean retenidas dentro del reservorio, dependiendo del manejo de las aguas, fuentes de materia orgánica, entre otros factores.

- Favorecer la aceptación del proyecto por parte de las comunidades existentes en el área de construcción del reservorio y de las obras tanto permanentes como temporales, las cuales pueden ser afectadas de forma total o permanente, pudiéndose requerir su reubicación. Este tipo de afectaciones necesita de un adecuado manejo desde las primeras etapas de las obras y mantener una continua, eficiente y transparente comunicación, entre el ente administrador de los reservorios, la empresa contratista de construcción, la empresa de distribución y la comunidad, así como con cualquier otra entidad o personas involucradas. La finalidad es minimizar los potenciales conflictos y lograr, en la medida de lo posible, una reubicación de afectados de una forma armónica. Por otra parte, la atención oportuna de estos aspectos permite la inclusión oportuna de los criterios establecidos a este respecto por parte del Banco Mundial y la Corporación Financiera Internacional.

No menos importante son las comunidades o pobladores ubicados en el área de influencia indirecta del reservorio, los cuales, si bien no requieren ser reubicados para el desarrollo de la obra, deberán aprender a convivir tanto con el desarrollo de la misma durante la etapa de emplazamiento (ocupación de espacios y construcción de componentes temporales y permanentes), como con el funcionamiento a largo plazo de los componentes permanentes. Dichos pobladores, una vez se disponga de la distribución y envergadura de todos los componentes de la obra, deberán ser considerados e incluidos en los planes de comunicación, aunque con un enfoque diferente relacionado con el tipo de afectaciones a ser generadas, que garantice el desarrollo de las actividades en la mayor armonía posible, con el fin que las mismas se desarrollen de forma armónica y fluida.

Finalmente, en adición a los temas antes indicados y tomando en consideración los requerimientos establecidos por las guías internacionales para el financiamiento, se deberá tener en consideración el desarrollo de lo siguiente información:

- Plan de manejo de salud y seguridad de la comunidad.
- Plan de aseguramiento de las condiciones de trabajo.
- Plan de control de erosión y sedimento
- Plan de manejo de la biodiversidad
- Plan de manejo y reducción de desechos
- Plan de manejo de las situaciones de emergencia

Vale la pena mencionar que a medida que se afinen los detalles de diseño y de los estudios socioeconómicos y ambientales es posible que se identifique la necesidad de incluir o eliminar

estudios requeridos, para asegurar el cumplimiento con las normativas nacionales y las instituciones de financiamiento internacional.

8 CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

A continuación, se presentan las conclusiones y recomendaciones del análisis de los diversos aspectos considerados en la presente evaluación ambiental.

8.1 Conclusiones

- En la cuenca del río La Villa el análisis ambiental de las dos alternativas de reservorios preseleccionadas por INGETEC evidenció que la ejecución de la alternativa conformada por el reservorio LV_La Villa 90.13 presenta el menor grado de afectación ambiental. Sin embargo, la selección de alternativas desarrollada por INGETEC, mediante criterios adicionales a los netamente ambientales, indicó que la alternativa más adecuada correspondo a la construcción de los reservorios LV_El Gato 125.16 y LV_La Villa 191.98.
- El análisis de impactos acumulativos, en el área de influencia directa, identificó como componentes de valor potencialmente alterados por impactos acumulativos al microclima, la calidad del aire, el ruido ambiental, el agua superficial (calidad), los suelos, el hábitat terrestre y el hábitat acuático.
- El análisis de impactos acumulativos, en el área de influencia indirecta, indicó que es factible la ocurrencia de dicho tipo de impactos al combinarse la construcción y operación de los reservorios, con ciertas actividades que actualmente, así como a futuro, pudieran estar presentes, de la siguiente forma:
 - Fincas con producción agrícola: con impactos acumulativos sobre el aire (por emisiones maquinarias y ruido, asperjado de agroquímicos); el hábitat terrestre y acuático (por remoción de vegetación y aporte de agroquímicos y fugas sustancias químicas); y sobre los recursos dulceacuícolas (por deterioro de la calidad del agua).
 - Fincas con producción pecuaria: con impactos acumulativos sobre el aire (por GEI, emisiones y ruido maquinarias) y el hábitat terrestre (por remoción de vegetación).
 - Fincas con producción forestal: con impactos acumulativos sobre el aire (por emisiones y ruido maquinaria y quema) y el hábitat terrestre (por remoción de vegetación).
 - Usos residencial y comercial: con impactos acumulativos sobre el aire (por emisiones y ruido de los vehículos y gases por quema de desechos).
 - Construcción y mantenimiento de vías nacionales: con impactos acumulativos sobre el aire (ruido y emisiones por maquinarias), el hábitat terrestre y acuático (por remoción de

vegetación, ruido y potencial aporte de sustancias químicas a los suelos y aguas), los recursos dulceacuícolas (por aporte de sustancias químicas) y a las comunidades (por afectación al tránsito, afectación a la cotidianidad, incremento en la probabilidad de afecciones respiratorias).

- Turismo: con impactos acumulativos sobre el aire (ruido y emisiones por vehículos).
- En el área de estudio los servicios ecosistémicos han sido disminuidos debido a décadas de deforestación y prácticas tradicionales de ganadería, no obstante, sus bosques fragmentados aportan bienes y servicios ecosistémicos, encontrándose las siguientes condiciones, para las cuales se han planteado medidas preventivas y mitigantes frente a su potencial afectación por las obras asociadas a los reservorios:
- Servicios de soporte, tales como la formación de suelos, ciclos biogeoquímicos, ciclo hidrológico, producción primaria (fotosíntesis).
 - Servicios de regulación, tales como regulación de plagas, regulación de vectores de enfermedades, regulación de la polinización o regulación de las especies invasoras.
 - Servicios de suministro, tales como suelos utilizados para el cultivo de productos (con fines de consumo y/o comercialización), el desarrollo de actividades pecuarias o el asentamiento de poblaciones, así como en el establecimiento de especies vegetales algunas con importancia medicinal y fuentes de combustible y especies de fauna con importancia cinegética. Por último, el suministro de agua y especies acuáticas alimenticias por parte de los cursos de agua existentes.
 - Servicios culturales y de recreación, tales como las tradiciones, costumbres y otras características culturales que se observan en las áreas pobladas, junto con la belleza escénica característica del área.
- Se determinó que los cambios en el uso del suelo ocurridos en el período 2012-2018, en el área de influencia directa de los reservorios, contribuyeron con una emisión neta de 269.68 toneladas de CO₂. Aporte que pudiera incrementarse como resultado del cambio de uso del suelo a ser generado durante la construcción de los reservorios, dicha contribución dependerá de la distribución y dimensiones de los diversos componentes a ser implementados (red de tuberías, estaciones de bombeo, vías de acceso, entre otros). Se han planteado una serie de medidas mitigantes para reducir los aportes de gases de efecto invernadero por la construcción de los reservorios.
- La fase de funcionamiento de un reservorio ha sido relacionada con emisiones de CO₂ y CH₄, en vista que inundan ecosistemas terrestres, especialmente en su etapa inicial por disponer de cierta cantidad de materia orgánica que metabolizarán por vía detrítica. Se estimó para el reservorio El Gato 125.16 una emisión anual de 13.17 Gg de CO₂ y 0.10-0.12 Gg de CH₄, mientras que para La Villa 191.98 una emisión anual de 9.53 Gg de CO₂ y 0.07-0.08 Gg de CH₄.

Considerando esta condición, se proponen medidas para mitigar la emisión de gases de efecto invernadero por parte de los reservorios.

- El área de influencia del proyecto es considerada con un índice de vulnerabilidad al cambio climático de riesgo medio a bajo, aunque la región de Azuero, de la cual forma parte el área de influencia del proyecto, ha venido sufriendo el impacto de agresivos procesos climáticos, que no solo alteran las condiciones naturales y el desarrollo de las comunidades biológicas existentes, sino que alteran las actividades productivas, comerciales y de servicios que se desarrollen en el área. A nivel de análisis de los índices que definen la vulnerabilidad frente a cambios climáticos de una región, se encontró:
 - Índice de exposición, categorizado con un grado que oscila entre medio y bajo, relacionado principalmente con los efectos de eventos de sequías prolongadas, fenómenos naturales como “El Niño”, y desastres ambientales recurrentes como los incendios de masa vegetal, inundaciones y contaminación.
 - Índice de sensibilidad, posicionado principalmente en el rango medio de sensibilidad para el área de estudio, en base a que la población mantiene actividades económicas principalmente basadas en la ganadería y la agricultura y en la mayoría de los casos, de subsistencia, áreas rurales que se definen por la pobreza y marginalidad, donde los centros urbanos concentran procesos de urbanización, actividades comerciales y de servicios, con una infraestructura limitada, vialidad en buen estado en los caminos principales y caminos de acceso de tierra, en estado regular, agua potable intermitente, servicios de salud y educación focalizados en los centros de mayor población, con cobertura limitada.
 - Índice de capacidad adaptativa, que se corresponde con lo establecido por el Banco de Desarrollo de América Latina para Panamá, posicionado en el nivel de riesgo medio, considerando aspectos como la fortaleza de la economía, efectividad y estabilidad del gobierno, el grado de transferencia del conocimiento y comunicaciones con la población.

8.2 Recomendaciones

La implementación de la alternativa de reservorios multipropósito seleccionada, en la cuenca del río La Villa, requiere de una serie de consideraciones en materia ambiental, que pueden extraerse de los resultados obtenidos en los diversos análisis que conforman la presente evaluación ambiental, de la información disponible sobre el diseño preliminar de los mismos, como se ha descrito en las diversas secciones que conforman este documento.

Sobre la base de dichos resultados, se señalan a continuación recomendaciones relacionadas a los aspectos críticos o de mayor relevancia, desde un punto de vista ambiental, para el desarrollo armónico de las obras asociadas a la construcción de los reservorios y su funcionamiento de forma sostenible a largo plazo:

- En vista que el diseño de las obras relacionadas con la conformación de reservorios en la cuenca del río La Villa se encuentra en proceso, es recomendable que en el futuro diseño de los diversos componentes como son: vías de acceso temporales y permanentes, patio de maquinarias y materiales de construcción, así como en el trazado del sistema de suministro y la distribución de plantas de tratamiento, tanques de almacenamiento y el resto de componentes no evaluados en el presente documento, se reduzca lo máximo posible la afectación a las áreas boscosas remanentes.
- Durante la etapa de operación es recomendable mantener un estricto monitoreo y control de la calidad de las aguas, tanto en el sistema de suministro como en los reservorios y aguas arriba de los mismos, tomando en consideración las condiciones de línea base, prevenir la ocurrencia de deterioros ambientales en los cuerpos de agua y su entorno y finalmente los requerimientos de los sistemas de tratamiento que sean seleccionados para la distribución y entrega del agua a los usuarios.
- Tomando en consideración que los cuerpos de agua lóticos pueden proporcionar condiciones adecuadas para el desarrollo de diversas comunidades biológicas, a diferencia de la situación existente actualmente, es recomendable Implementar monitoreos y controles, en caso de evidenciarse su necesidad, de especies vectores de enfermedades en los reservorios, donde los procedimientos de control que sean implementados no afecten la calidad del agua, no propicien la afectación del entorno (agua arriba y aguas abajo de los mismos), ni a los usuarios del agua. Especialmente deberá evitarse la afectación de la calidad de agua aguas abajo del reservorio, con énfasis en los períodos de baja precipitación (descarga de caudal ecológico).
- Con la finalidad de evaluar las implicaciones que los reservorios puedan tener sobre la biodiversidad acuática, lo cual puede revertirse en afectaciones a la pesca artesanal y al equilibrio ecológico de los cuerpos de agua, es recomendable el monitoreo a corto, mediano y largo plazo de los cambios en la diversidad de especies acuáticas claves, tanto en los reservorios como aguas arriba y aguas abajo de los mismos, para determinar oportunamente si es requerida la aplicación de medidas preventivas, mitigantes o de recuperación ambiental.
- El diseño del plan de manejo de los reservorios, a mediano y largo plazo, debe considerar las variaciones climáticas esperadas como resultado del cambio climático.
- Es un aspecto crítico en el desarrollo de la obra y su posterior funcionamiento. el mantener adecuadas relaciones comunitarias con los afectados por reasentamiento y los futuros vecinos

de los reservorios y otras estructuras (tuberías, tanques de almacenamiento, vías de acceso, entre otras), durante las etapas de construcción y de operación de estos.

9 BIBLIOGRAFÍA

Benavides H. O. y Gloria L. A., 2007. Información Técnica sobre Gases de efecto Invernadero y el Cambio Climático. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, Subdirección de Meteorología. 102pp.

Bueno-Hurtado et al., 2015. Cambios de uso de suelo y sus efectos sobre la dinámica de GEI en el estado de Durango, México. ISSN 0187-8336 • Tecnología y Ciencias del Agua, vol. VI, núm. 4, julio-agosto de 2015, pp. 75-84.

Corporación Financiera Internacional. 2015. Manual de Buena Práctica. Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos: Guía para el Sector Privado en Mercados Emergentes. Washington, USA. 82 pags.

Corporación Financiera Internacional. 2012. Norma de Desempeño 1 Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales

Cuadros H. D., 2017. Estimaciones de las emisiones difusoras de gases efecto invernadero en centrales hidroeléctricas colombianas: dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Colombia.

Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Página web: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

International Rivers, 2008. Represas sucias: Las represas y las emisiones de gases de efecto invernadero. Página web: http://www.archivochile.com/Chile_actual/patag_sin_repre/03/chact_hidroy3%2000001.pdf

Mayor F., 2016. Estimación de la emisión histórica de gases de efecto invernadero por embalses hidroeléctricos en Colombia y su potencial impacto en el Factor de Emisión de la Generación Eléctrica. Universidad Nacional de Colombia.

Palau A. y Alonso M., 2008. Embalses y Cambio Climático. Monografías de Endesa, Dirección de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Endesa, Lleida, 47pp.

Paucar M. A., 2014. Estudio de emisiones de metano producidas por embalses en centrales hidroeléctricas en Ecuador. Pontificia Universidad Católica de Chile, escuela de Ingeniería. Santiago de Chile.

Protocolo Mundial para la elaboración de inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero a escala comunitaria (GPC). Washington, DC: World Resources Institute, C40 Cities Climate Leadership Group e ICLEI.

Rootzén J. M., Berndes G., Ravindranath N. H., Somashekar H. I., Murthy I. K., Sudha P., & Ostwald M. 2010. Carbon Sequestration versus Bioenergy: A Case Study from South India Exploring the Relative Land-Use Efficiency of Two Options for Climate Change Mitigation. Biomass and Bioenergy, 34, 116-123.