

# CAPÍTULO N° 11



METRO  
DE PANAMA

## CAPÍTULO 11: AJUSTE ECONÓMICO POR EXTERNALIDADES SOCIALES Y AMBIENTALES Y ANÁLISIS DE COSTO - BENEFICIO FINAL



## CONTENIDO

<b>11. AJUSTE ECONÓMICO POR EXTERNALIDADES SOCIALES Y AMBIENTALES Y ANÁLISIS DE COSTO – BENEFICIO FINAL.....</b>	<b>11-5</b>
11.1.    Valoración monetaria del impacto ambiental.....	11-16
11.2.    Valoración monetaria de las externalidades sociales.....	11-48
11.3.    Cálculos del VAN. ....	11-69

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla N°11-1:	Grado de Significancia del VAN para la toma de decisión.....	11-11
Tabla N°11-2:	Costo Evitado de Gases Contaminantes .....	11-23
Tabla N°11-3:	Movilización de material en camiones volquetes de 22.9 m <sup>3</sup> (30 yardas).....	11-24
Tabla N°11-4:	Valoración monetaria de la alteración de la calidad del aire .....	11-24
Tabla N°11-5:	Costo de la Pérdida de Bienestar debido al incremento de ruido derivado de “Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá” .....	11-27
Tabla N°11-6:	Enfermedades humanas de índole bacteriana y viral que pueden desarrollarse, debido a la contaminación de los recursos naturales, durante la construcción del proyecto.....	11-29
Tabla N°11-7:	Cobertura Vegetal que se afectará durante la construcción del “Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá” .....	11-40
Tabla N°11-8:	Cobertura Vegetal de área de influencia directa que se afectará durante la construcción del “Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá”.....	11-42
Tabla N°11-9:	Cobertura Vegetal de área de influencia indirecta que se afectará durante la construcción del “Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá”.....	11-43
Tabla N°11-10:	Pérdida de la Cobertura vegetal (Indemnización Ecológica) ....	11-45
Tabla N°11-11:	Pérdida del Potencial Forestal .....	11-46
Tabla N°11-12:	Afectación de la Calidad Visual del Paisaje.....	11-47
Tabla N°11-13:	Costos totales de salud debido al incremento de vibraciones en la construcción del “Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá” .....	11-48
Tabla N°11-14:	Ahorros generados por los cambios en los patrones de demanda y eficiencia del Transporte público.....	11-50

---

Tabla N°11-15: Empleos directos e Indirectos durante la fase de construcción .	11-51
Tabla N°11-16: Valoración Económica de cambios en el uso del suelo por valor del metro cuadrado.....	11-56
Tabla N°11-17: Costos de gestión Ambiental .....	11-64
Tabla N°11-18: Criterios de Evaluación con Externalidades.....	11-72
Tabla N°11-19: Flujo de Fondo Neto para la Evaluación Económica con Externalidades Proyecto: “Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá” (en millones de balboas) .....	11-73

## **11. AJUSTE ECONÓMICO POR EXTERNALIDADES SOCIALES Y AMBIENTALES Y ANÁLISIS DE COSTO – BENEFICIO FINAL.**

Para realizar el análisis costo-beneficio se tomó como insumo primordial el Estudio Financiero elaborado por el promotor, el cual responde a intereses particulares y busca la maximización de utilidades, de tal manera que las inversiones llevadas a cabo por un sector privado sean exitosas mientras mayor sea la magnitud de la diferencia que se logre entre los ingresos y gastos en la operación del proyecto. En cuanto a la evaluación económica, esta contempla las relaciones del proyecto con el entorno, es decir los efectos directos a los usuarios del bien o servicio y los efectos externos ocasionados por el proyecto, por lo cual las externalidades son repercusiones o efectos positivos o negativos que el proyecto causa a otros entes económicos o grupos sociales distintos de los usuarios del bien o servicio.

La evaluación económica del proyecto Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá, se inició tomando en cuenta los resultados que se generaron de la evaluación financiera; es decir, los beneficios sociales esperados y los costos del proyecto (inversión, operación y mantenimiento); por lo cual se incorporaron metodologías de análisis que permiten la medición desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto; es decir, que recursos el proyecto le quita a la economía y a cambio que le ofrece como beneficios, con el propósito de ajustar el flujo de fondos netos con los parámetros nacionales establecidos para éste fin, cuyas estimaciones se están utilizando a precio de mercado, con su respectiva tasa social de descuento del 10%.

Entre los beneficios externos identificados y de mayor relevancia, podemos mencionar: Empleomanía, Mejoramiento en los niveles de vida de la población de la región; Disminución de las migraciones hacia la ciudad capital; Mejoramiento de las infraestructuras como carreteras, entre otras; por lo cual se consideró el efecto multiplicador del sector construcción para medir el impacto positivo que tendrá en el área de influencia del proyecto para la sociedad en general.

Igualmente tiene efectos positivos y adversos en materia ambiental como lo son los costos de gestión ambiental, afectación de la cobertura vegetal, incremento en los procesos de erosión y sedimentación con la subsecuente pérdida de nutrientes y productividad, incremento del ruido, efectos a la salud por pérdida de la calidad del agua, entre otros, los cuales han sido calculados a precio de mercado, por ser una metodología sencilla, aunque inusual debido a que los bienes y servicios ambientales no se intercambian en los mercados tradicionales, los cuales podemos observar con más detalle en el cuadro de Flujo de Fondos Netos con las externalidades sociales y ambientales correspondientes; el cual permite llegar a los cálculos de los coeficientes e indicadores característicos de los resultados económicos del proyecto.

#### • **Metodología**

Los pasos metodológicos que se han seguido para el desarrollo de la valoración monetaria o económica son los siguientes:

- Paso 1: Selección de los impactos del proyecto a ser valorados
- Paso 2: Valoración económica de los impactos sin medidas correctoras.
- Paso 3: Determinación de los costos de las medidas correctoras.
- Paso 4: Construcción del flujo de costos y beneficios
- Paso 5: Cálculo de la rentabilidad económica del proyecto, (incluye externalidades sociales y ambientales (VAN y razón beneficio costo ambiental)
- Paso 6: Presentación e interpretación de los resultados del Análisis Costo-Beneficio Económico.

Para desarrollar el paso 2, antes indicado, fueron considerados los impactos y su grado de significancia, tal como se observa en el Cuadro de Jerarquización de los Impactos, que se elaboró en el Capítulo 9 del presente estudio.

Para seleccionar los impactos ambientales del proyecto que estarán sujetos a la valoración monetaria o económica, hemos considerado los siguientes criterios:

- Que sean impactos directos, de baja, mediana, alta o muy alta significancia.
- Que se tenga la información y datos pertinentes para poder aplicar las técnicas de valoración económicas adecuadas.

Para el análisis económico del presente proyecto es de gran importancia verificar la viabilidad del proyecto en términos económicos, por lo cual la metodología aplicada es a través del Análisis Costo Beneficio (ACB).

**Análisis Costo Beneficio (ACB)<sup>1</sup>:** Se define como una herramienta de evaluación de proyectos, la cual permite estimar el beneficio neto de un proyecto, medido desde el punto de vista de las pérdidas y ganancias generadas sobre el bienestar social. Su implementación se hace necesaria ante la presencia de proyectos que generan impactos o cambios (positivos o negativos) en el ambiente y el bienestar social.

Desde el punto de vista de la evaluación de proyectos y políticas es importante realizar un balance entre los beneficios y costos de las alternativas disponibles con la idea de averiguar qué es lo que más le conviene a la sociedad para maximizar el bienestar económico; brinda bases sólidas para identificar si la implementación del proyecto genera pérdidas o ganancias en el bienestar social del país; y para el privado, criterios de decisión más completos.

En este sentido, el ACB ambiental debe integrarse al EsIA debido a que los resultados de las evaluaciones ambientales y económicas lograrían tener resultados más robustos y precisos sobre los efectos económicos globales de la ejecución de un proyecto. Este análisis considera la tasa de descuento social (algunas veces llamada tasa de descuento económica), como la tasa de descuento de los valores para un cierto período de tiempo. Esta tasa incluye las preferencias de las generaciones para el cálculo del valor presente neto de los beneficios.

---

<sup>1</sup> CEDE, Uniandes

El uso más común de la valoración de las afectaciones sobre los flujos de bienes y servicios ambientales impactados (de mayor relevancia), en la toma de decisiones, es la inclusión de los valores cuantificados dentro del análisis costo-beneficio (ACB), el cual compara los beneficios y costos de la ejecución de un megaproyecto y desarrolla indicadores para la toma de decisiones.

El análisis costo-beneficio es sólo una de muchas maneras posibles de tomar decisiones públicas sobre el medio ambiente natural, porque este se centra sólo en los beneficios económicos y costos, determinando la opción económica y socialmente más eficiente. Sin embargo, las decisiones públicas deben tener en cuenta las preferencias del público y el análisis costo-beneficio, sobre la base de valoración de los ecosistemas, es una forma de hacerlo.

- **Aplicación del Análisis Costo Beneficio**

La aplicación del ACB económico ambiental, en la toma de decisiones, debe tener en cuenta los pasos que mencionamos a continuación:

- Paso 1** - Consiste en la definición del proyecto; se describen claramente los objetivos perseguidos con el megaproyecto, se identifican los posibles ganadores y perdedores, producto de la ejecución del mismo y se realiza un análisis de la situación económica, ambiental y social “con proyecto” y “sin proyecto”.
- Paso 2** - Identificación de los impactos del proyecto: Consiste en identificar los efectos ó impactos del proyecto ó política. Para esto, los EsIA identifican todos los impactos, directos o indirectos, asociados con la implementación del megaproyecto.
- Paso 3** – Identificación de los impactos más relevantes: Consiste en la identificación de los impactos ambientales más relevantes. Aquí, se busca identificar cuáles impactos generan mayores pérdidas ó ganancias desde el punto de la sociedad. Es decir, teniendo en cuenta que debe maximizarse el bienestar social se identifican los impactos más relevantes.

Técnicamente, no es viable realizar la valoración económica de todos los impactos ambientales identificados. En este caso, se valoran aquellos de mayor impacto (los cuales deben estar bien soportados), bajo el supuesto que los demás impactos pueden controlarse y generan beneficios/costos residuales. Esta fase de identificación de impactos es realizada en el EsIA.

**Paso 4 – Cuantificación física de los impactos más relevantes:** Hace referencia a la cuantificación física de los impactos más relevantes. En este punto, se busca calcular en unidades físicas los flujos de costos y beneficios asociados con al proyecto, además de su identificación en espacio y tiempo. Es importante mencionar que este tipo de cálculos debe ser realizado teniendo en cuenta diferentes niveles de incertidumbre, ya que algunos eventos no pueden ser perfectamente observados. Por lo tanto, para este tipo de eventos es recomendable utilizar probabilidades para eventos inesperados y calcular el valor esperado de los mismos. Esta fase de identificación de impactos debe ser realizada en el EsIA.

**Paso 5 - Valoración monetaria de los impactos más relevantes:** Consiste en la valoración en términos monetarios de los efectos relevantes. Una vez se identifican los impactos más importantes, estos deben ser calculados bajo una misma unidad monetaria de medida (dólares estadounidenses, pesos colombianos, etc.) y sobre una base anual, teniendo en cuenta la vida útil del megaproyecto. Así, en esta etapa se cuantifican, en términos monetarios, todos los flujos de costos y beneficios sociales asociados al megaproyecto. Para su cuantificación monetaria se usan precios de mercado para los impactos que cuentan con un mercado establecido y técnicas de valoración económica y precios sombra para aquellos que no lo tienen.

En el caso que no se puedan valorar impactos con alta incertidumbre, debe dejarse descrito como un impacto potencial no valorado para que en una etapa ex-post sea cuantificado y se le realice seguimiento. Al igual que en los pasos 3 y 4, la valoración económica de los impactos ambientales debe integrarse con el EsIA.

**Paso 6 – Descontar el flujo de beneficios y costos:** Consiste en descontar el flujo de beneficios y costos en términos de la sociedad. Es decir, los costos/beneficios cuantificados a partir de las técnicas de valoración, deben agregarse dependiendo de la población beneficiada/afectada, y el periodo de vida útil del proyecto. A su vez, la inversión y los costos del proyecto deben ser contabilizados a precios económicos, a través del uso de precios cuenta.

Una vez se tiene el flujo de costos y beneficios consolidado, este debe descontarse utilizando la tasa social de descuento, para obtener el Valor Presente Neto (VPN) o Valor Actual Neto (VAN) de los beneficios/costos. Es necesario aclarar que este ACB no es el análisis convencional, sino que hace referencia a los beneficios netos generados a la sociedad por las afectaciones en el flujo de bienes y servicios ambientales impactados.

Los beneficios y costos se deben agregar de forma anual (según corresponda), teniendo en cuenta los periodos sobre los cuales se presenta el impacto, y el número de afectados (por ejemplo, número de viviendas, número de hogares, número de hectáreas, etc.). Lo anterior se debe especificar para cada tipo de costo y beneficio valorado. El cálculo del VAN se obtiene de la siguiente manera:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

donde cada valor representa lo siguiente:

$V_t$  representa flujos de caja.

$I_0$  es el valor del desembolso inicial de la inversión.

n es el número de períodos considerado.

k Tasa de descuento

El tipo de interés es t

**Paso 7 – Obtención de los principales criterios de decisión:** Una vez obtenido el VPN (VAN), el siguiente paso es aplicar el test del VPN. Aquí se analiza el valor presente del proyecto teniendo en cuenta que el criterio de aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad de un megaproyecto, consiste en un VPN mayor a cero, menor a cero, e igual a cero.

**Tabla N°11-1: Grado de Significancia del VAN para la toma de decisión.**

VALOR	SIGNIFICADO	DECISIÓN A TOMAR
<b>VAN &gt; 0</b>	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida ( $r$ )	El proyecto puede aceptarse
<b>VAN &lt; 0</b>	La inversión produciría pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida ( $r$ )	El proyecto debería rechazarse
<b>VAN = 0</b>	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida ( $r$ ), la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u otros factores.

Fuente: CSA Group Panamá, Inc.

Para las externalidades ambientales se utilizaron criterios de algunas metodologías de valoración, entre las cuales podemos señalar:

**Metodologías basadas en Precios de Mercado:** Estima el valor económico de productos y servicios del ecosistema que son vendidos y comprados en mercados o establecidos por normatividad, pudiendo ser usado tanto para valorar cambios en la cantidad o en la calidad del bien o servicio; es una metodología sencilla y que se aplica en los casos en que el bien ambiental se intercambia en un mercado, sólo hace falta observar los precios del mercado para obtener una estimación del valor marginal de dicho bien.

Es importante señalar que, aunque es el método más sencillo, es inusual su aplicación debido a que hay que tener en cuenta que las cosas no son tan fáciles como parecen: aunque el bien se intercambie en un mercado, su precio no tiene por qué corresponder con su valor marginal. Esto sólo ocurriría en un mercado perfecto: en competencia perfecta, sin intervención de los reguladores, y sin fallos de mercado.

**Método de Cambios de la Productividad<sup>2</sup>:** Estima el valor económico de productos y servicios, que no teniendo un precio de mercado contribuye a la producción de bienes comercializados en el mercado.

### **Aplicación del método de cambios en la productividad**

El método de cambios en la productividad debe seguir los siguientes pasos:

**Paso 1 – Identificar cambios en la productividad:** Consiste en identificar los cambios en la productividad causados por impactos ambientales, generados tanto por la actividad como por factores externos. Es por esto, que la identificación de las razones generadoras de cambios en la productividad es en ocasiones una de las labores más difíciles, debido que requiere información amplia sobre los factores que desencadenan cada uno de los impactos.

Una forma de ver esto, es tratar de entender los vínculos entre la degradación ambiental y el ingreso generados por cierta actividad. Por ejemplo, la pérdida de la capacidad del suelo para mantener los cultivos es también consecuencia de otros factores como el clima, el precio de otros insumos y la erosión del suelo, la cual a su vez es causada por el uso de la tierra y la parcelación o el incremento en las lluvias.

**Paso 2 – Evaluar monetariamente los efectos en la productividad:** Consiste en evaluar los efectos de la productividad en un escenario con y sin proyecto.

---

<sup>2</sup> IDEM

La opción sin proyecto es necesaria para identificar cambios causados por el proyecto y el grado de impactos causados por el mismo.

Posteriormente, se debe hacer supuestos sobre el horizonte de tiempo sobre el cual los cambios en la producción deben ser medidos y finalmente los valores monetarios deben ser incorporados en el análisis costo beneficio del proyecto.

**Método de los Costos Evitados / Inducidos:** El hecho de carecer de mercado no impide que los bienes ambientales estén relacionados con bienes que sí lo tienen. Un caso particular es el de aquellos bienes ambientales que están relacionados con otros bienes como sustitutos de estos.

Para conocer cómo afecta un cambio en la calidad ambiental en el valor de los bienes privados o directamente en el bienestar de las personas, se utiliza la función de **dosis-respuesta**. Esta mide cómo se ve afectado el receptor por los cambios en la calidad del Medio Ambiente.

Esta metodología está estrechamente vinculada al concepto de “gastos defensivos” (también llamados preventivos) que son los realizados con el fin de evitar o reducir los efectos ambientales no deseados de ciertas acciones. La justificación para ellos es que los costos ambientales son difíciles de valorizar y que es más fácil ponerles valor a los mecanismos para tratar de evitar el problema. Esto, a la vez, evita la necesidad de evaluar el activo sobre el que se impacta en sí mismo, como habría que hacer en el caso de querer valorizar las consecuencias.

**Método de Funciones de Transferencia de Resultados<sup>3</sup>:** La transferencia de beneficios – también conocida como transferencia de resultados no constituye un método separado de valoración sino una técnica a veces utilizada para estimar valores

---

<sup>3</sup> Cristeche Estela, Penna, Julio - Métodos de Valoración Económica de los Servicios Ambientales, enero 2008

económicos de servicios del ecosistema mediante la transferencia de información disponible de estudios – denominados estudios de fuente – realizados en base a cualquiera de los métodos previamente expuestos, de un contexto o localidad a otra (SEEA, 2003).

En otras palabras, es el traspaso del valor monetario de un bien ambiental (denominado sitio de estudio) a otro bien ambiental (denominado sitio de intervención) (Brouwer 2000). Este método permite evaluar el impacto de políticas ambientales cuando no es posible aplicar técnicas de valorización directas debido a restricciones presupuestarias y a límites de tiempo. Las cifras derivadas de la transferencia de beneficios constituyen una primera aproximación valiosa para los tomadores de decisiones, acerca de los beneficios o costos de adoptar una política programa o proyecto a ejecutar.

Una de las principales ventajas de aplicar la transferencia de beneficios consiste en que ahorra tiempo y dinero. Este método se utiliza generalmente cuando es muy caro o hay muy poco tiempo disponible para realizar un estudio original, y sin embargo, se precisa alguna medida. No obstante, el método de transferencia de beneficios puede ser solamente tan preciso como lo sea el estudio original. Además, es indispensable ser cauteloso con relación a la transitividad de los costos y las preferencias de una situación a la otra. A su vez, es necesario asegurarse de que los atributos de calidad ambiental a evaluarse sean los mismos, así como las características de la población afectada. Existen distintas alternativas para la aplicación de esta técnica: i) la transferencia del valor unitario medio; ii) la transferencia del valor medio ajustado; iii) la transferencia de la función de valor, y iv) el meta-análisis (Azqueta, 2002).

Cabe señalar que la calidad de las aproximaciones depende en una buena medida de la validez de los estudios base para realizar la transferencia de beneficios y en la metodología utilizada; en nuestro caso utilizamos datos de estudios de impacto ambiental, categoría II realizados en Panamá, como lo son Extracción de Grava y Arena de río para Obras Públicas (Río San Félix), Ampliación de Finca Camaronera Acuícola

Sarigua, Cuarto Puente sobre el Canal de Panamá, Hidroeléctrica Cerro Grande, entre otros.

Cuando se cuenta con numerosos estudios fuente para realizar la transferencia de beneficios, puede optarse entre diversas alternativas. Primeramente, se podría elegir aquél estudio que se considere más confiable, lo cual introduce un importante rasgo de subjetividad al análisis. Otra alternativa consiste en establecer un rango de valores ordenados de menor a mayor y optar por algún valor intermedio como aquél más probable. En este caso al igual que en el anterior, se descarta la información contenida en los estudios que no resultan elegidos.

Finalmente, para las externalidades sociales, hemos considerado el efecto multiplicador, el cual es el conjunto de incrementos que se producen en la Renta Nacional de un sistema económico, a consecuencia de un incremento externo en el consumo, la inversión o el gasto público.

La idea básica asociada con el concepto de multiplicador es que un aumento en el gasto originará un aumento mayor de la renta de equilibrio. El multiplicador designa el coeficiente numérico que indica la magnitud del aumento de la renta producido por el aumento de la inversión en una unidad; es decir que es el número que indica cuántas veces ha aumentado la renta en relación con el aumento de la inversión.

En un modelo keynesiano es la inversa de la PMgS, es decir

$$\frac{1}{PMgS}$$

Y como:

$$PMgS = 1 - PMgC$$

El multiplicador puede expresarse como:

$$\alpha = \frac{1}{1 - PMgC}$$

## 11.1. Valoración monetaria del Impacto Ambiental.

### 11.1.1. Selección de los Impactos del Proyecto a ser valorados

Al realizar un Estudio de Impacto ambiental se debe considerar claramente las implicaciones que tiene el proyecto sobre algunos de los factores ambientales, por causa de los cambios generados por una determinada acción del proyecto.

En el caso de este proyecto se consideraron algunos impactos que responden a las siguientes características:

- Que producen modificación en el ambiente
- Que esta modificación debe ser observable y medible.
- Que solo se consideran impactos aquellos derivados de la acción humana que modifican la evolución espontánea del medio afectado.
- Para que la alteración pueda ser considerada y valorada como tal, debe alcanzar una dimensión y una significación mínima que justifique su estudio y su medida.

En este sentido para seleccionar los impactos ambientales del proyecto que estarán sujetos a la valoración monetaria o económica, hemos considerado los siguientes criterios:

- Que sean impactos directos, de alta o muy alta significancia.
- Que se tenga la información y datos pertinentes para poder aplicar las técnicas de valoración económicas adecuadas.

De los 34 impactos identificados, fueron considerados para la valoración monetaria del impacto ambiental del proyecto **Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá**

los 34 impactos ambientales identificados tanto para la fase de construcción y operación, además de algunos otros impactos que cuentan con datos que permiten realizar el análisis cuantitativo. Las tablas de jerarquización 9-5 para la fase de planificación, 9-6 para la fase de construcción y 9-7 para la fase de operación y mantenimiento son las que se incluyen en el capítulo 9 del presente EsIA.

**Tabla N°11-2: Impactos Ambientales de moderada y alta importancia generados por el proyecto “Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá”**

#### **Fase de Planificación**

CÓDIGO	IMPACTO	IMPORTANCIA	NATURALEZA	METODOLOGÍA
ISO19	Incremento de la Probabilidad de afectaciones a la salud y seguridad de los trabajadores	29	(-)	Cambio de Productividad
ISO14	Incremento en la demanda de bienes y servicios	26	(+)	Efecto Multiplicador de la Inversión
ISO15	Generación de Empleos	26	(+)	Cambio de Productividad
ISO16	Estímulo a la economía	26	(+)	Efecto Multiplicador de la Inversión

Fuente: CSA Group, Panamá, Inc.

Guía de interpretación:

NATURALEZA		IMPORTANCIA
NEGATIVO	POSITIVO	
<24	<24	Baja
25>49	25>49	Moderada
50>74	50>74	Alta
>75	>75	Muy Alta

### Fase de Construcción

CÓDIGO	IMPACTO	IMPORTANCIA	NATURALEZA	METODOLOGÍA
ISU02	Cambio en la morfología del relieve	59	(-)	Transferencia de Bienes
ISU04	Incremento en los procesos de erosión y sedimentación	51	(-)	Pérdida de Productividad por erosión
ISO 19	Incremento de la Probabilidad de afectaciones a la salud y seguridad de los trabajadores	51	(-)	Cambio de Productividad
IAI01	Afectación de la calidad del aire	48	(-)	Precio de Mercado
IAG03	Cambios en el Patrón de Drenaje Superficial	46	(-)	Efectos a la Salud
ISO04	Afectación a la infraestructura de la Red Vial	46	(-)	Efecto Multiplicador de la Inversión
ISO08	Cambio de Uso del Suelo	46	(+)	Efecto Multiplicador de la Inversión
IAG01	Afectación de la Calidad del Agua Superficial y Subterránea	45	(-)	Transferencia de Bienes
IFL01	Afectación de la Cobertura Vegetal	45	(-)	Cambio de Productividad
IFA03	Afectación de recursos hidrobiológicos	45	(-)	Transferencia de Bienes
ISO02	Cambio en la Movilidad y Seguridad Vial	44	(-)	Precio de Mercado
ISO03	Cambios del Patrón de Circulación Vehicular y Peatonal	44	(-)	Precio de Mercado
ISO06	Cambio del Paisaje Urbano	44	(-)	Transferencia de Bienes
ISO07	Cambio del Paisaje Natural	44	(-)	Transferencia de Bienes
ISO09	Afectación de infraestructuras y bienes inmuebles	44	(-)	Precio de Mercado
ISO01	Cambios en el Tránsito Vehicular	42	(-)	Precio de Mercado
ISO10	Cambio en el Valor de la Propiedad del Entorno (Plusvalía)	42	(+)	Efecto Multiplicador de la Inversión
ISO14	Incremento en la demanda de bienes y servicios	41	(+)	Precio de Mercado
ISO15	Generación de Empleos	41	(+)	Cambio de Productividad

CÓDIGO	IMPACTO	IMPORTANCIA	NATURALEZA	METODOLOGÍA
ISO16	Estímulo a la economía	41	(+)	Efecto Multiplicador de la Inversión
IRU01	Incremento en el nivel de ruido	40	(-)	Transferencia de Bienes
IFA01	Afectación a la fauna terrestre	40	(-)	Transferencia de Bienes
IFA02	Modificación del Hábitat Terrestre y pérdida de conectividad	40	(-)	Transferencia de Bienes
ISO05	Cambio en la demanda y eficiencia de transporte público	39	(-)	Efecto Multiplicador de la Inversión
ISU01	Alteración de la calidad del suelo	37	(-)	Precio de Mercado
ISO17	Cambio en el estilo de vida de la población	35	(-)	Efecto Multiplicador de la Inversión
IVI01	Incremento en generación de vibraciones	34	(-)	Transferencia de Bienes
ISO12	Incremento de la Probabilidad de afectaciones a la salud de la población	31	(-)	Efecto a la Salud
ISO13	Afectación a la infraestructura de servicios públicos existentes	30	(-)	Efecto Multiplicador de la Inversión
IAI02	Generación de olores molestos	27	(-)	Transferencia de Bienes
IAG02	Afectación del nivel freático y el flujo de las aguas subterráneas	26	(-)	Transferencia de Bienes
ISO18	Interferencias con el funcionamiento y accesibilidad de equipamientos y usos especiales	25	(-)	Efecto Multiplicador de la Inversión

Fuente: CSA Group, Panamá, Inc.

Guía de interpretación:

NATURALEZA		IMPORTANCIA
NEGATIVO	POSITIVO	
<24	<24	Baja
25>49	25>49	Moderada
50>74	50>74	Alta
>75	>75	Muy Alta

### Fase de Operación & Mantenimiento

CÓDIGO	IMPACTO	IMPORTANCIA	NATURALEZA	METODOLOGÍA
ISO01	Cambios en el Tránsito Vehicular	76	(+)	Precio de Mercado
ISO02	Cambio en la Movilidad y Seguridad Vial	76	(+)	Precio de Mercado
ISO03	Cambios del Patrón de Circulación Vehicular y Peatonal	76	(+)	Precio de Mercado
ISO05	Cambio en la demanda y eficiencia de transporte público	76	(+)	Efecto Multiplicador de la Inversión
ISO08	Cambio de Uso del Suelo	76	(+)	Efecto Multiplicador de la Inversión
ISO17	Cambio en el estilo de vida de la población	70	(+)	Efecto Multiplicador de la Inversión
ISO06	Cambio del Paisaje Urbano	64	(+)	Transferencia de Bienes
ISO10	Cambio en el Valor de la Propiedad del Entorno (Plusvalía)	58	(+)	Efecto Multiplicador de la Inversión
IAI01	Afectación de la calidad del aire	50	(+)	Precio de Mercado
ISO 19	Incremento de la Probabilidad de afectaciones a la salud y seguridad de los trabajadores	41	(-)	Cambio de Productividad
ISO14	Incremento en la demanda de bienes y servicios	35	(+)	Efecto Multiplicador de la Inversión
ISO15	Generación de Empleos	35	(+)	Cambio de Productividad
ISO16	Estímulo a la economía	35	(+)	Efecto Multiplicador de la Inversión
IAG01	Afectación de la Calidad del Agua Superficial y Subterránea	34	(-)	Transferencia de Bienes
IRU01	Incremento en el nivel de ruido	28	(-)	Transferencia de Bienes
IVI01	Incremento en generación de vibraciones	28	(-)	Transferencia de Bienes
IAG02	Afectación del nivel freático y el flujo de las aguas subterráneas	26	(-)	Transferencia de Bienes
IFA03	Afectación de recursos hidrobiológicos	26	(-)	Transferencia de Bienes

CÓDIGO	IMPACTO	IMPORTANCIA	NATURALEZA	METODOLOGÍA
ISU01	Alteración de la calidad del suelo	25	(-)	Precio de Mercado

Fuente: CSA Group, Panamá, Inc.

Guía de interpretación:

NATURALEZA		IMPORTANCIA
NEGATIVO	POSITIVO	
<24	<24	Baja
25>49	25>49	Moderada
50>74	50>74	Alta
>75	>75	Muy Alta

### 11.1.2. Valoración Monetaria de los Impactos Seleccionados

Para la valoración monetaria del impacto ambiental del proyecto **Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá** es importante conocer las condiciones actuales en la que se encuentra el sitio seleccionado para la extracción de material pétreo y la instalación de una planta de agregados para el proceso de este material. A continuación, presentamos la valoración económica de estos impactos:

#### 11.1.2.1. Beneficios Económicos Ambientales

- Restauración y/o Recuperación del Área

Para valorar el impacto ambiental de éste punto utilizamos el método de cambio de productividad, por efecto de la transferencia de carbono a la atmósfera como factor de valoración; en donde cada hectárea contiene 175 toneladas de carbono y una tonelada de carbono transferida a la atmósfera, lo que equivale a 3.67 toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), la cual es obtenida de acuerdo a estudios realizados por el Center for International Forestry Research (CIFOR), de acuerdo a información establecida en otros estudios de impacto ambiental como lo son: Categoría II: Extracción de Grava y Arena de río para Obras Públicas (Río San Félix), Construcción de la Vía de Acceso al área de expansión de la Zona Libre de Colón Fase-II, Diseño y Construcción de Vías Colectoras Norte y Sur para el Intercambiador Howard: Carretera Panamericana-Tramo Puente de las Américas-Arraiján; Categoría III Puente sobre el Canal de Panamá, en donde, TONdeCO<sub>2</sub>TRANSFERIDOporPROYECTO para:

<b>Revegetación</b>	<b>= 49 * 175 * 3.67</b>	<b>= 31,470.25 toneladas (CO<sub>2</sub>)</b>
---------------------	--------------------------	---

Como señalamos anteriormente, el proyecto **Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá** revegetará aproximadamente 49.1 has de árboles ornamentales, por lo cual procedimos a calcular el servicio ambiental por conservación que brinda el bosque a la economía panameña, cuyo resultado es el siguiente:

$$\mathbf{SA_{ch} = 31,470.25 * 67.78 = 2,133,053.55}$$

Para el cálculo de los beneficios o servicios ambientales obtenidos por la restauración del Bosque (PCV) hemos utilizado datos actuales de los mercados internacionales en donde el precio, durante el mes de agosto de 2021 es de 57.36 €/ton, que es el precio promedio establecido para 30 días, según la Bolsa de SENDECO<sub>2</sub> que es un Sistema Electrónico de Negociación de Derechos de Emisión de Dióxido de Carbono. Dicho valor está dado en euro por lo cual se aplicó la conversión a dólares americanos para poder realizar los cálculos correspondientes a la fecha antes indicada (septiembre 2021), obteniendo como resultado B/.67.78 US\$/tonelada.

#### • **Costo Evitado de Gases Contaminantes**

Dado que el túnel forma parte de la Línea 3 del Metro utilizará una tecnología limpia cuya fuente de energía es la electricidad, no se producirá de manera directa desechos ni emisiones de gases contaminantes. Una consecuencia de la entrada en funcionamiento esta línea será la reducción de la tasa de emisión de CO<sub>2</sub> y demás gases contaminantes a la atmósfera, producto de la disminución del número de buses y vehículos automotores que transitan entre las ciudades de Panamá, Arraiján y La Chorrera, específicamente en las áreas que serán atendidas directamente por el Metro.

De allí que ello generará un costo evitado por el cambio que representa el costo evitado de las emisiones contaminantes a la atmósfera.

**Tabla N°11-3: Costo Evitado de Gases Contaminantes**

INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	CO <sub>2</sub>
Disminuciones anuales por uso de túnel	Toneladas	24,421
Costo de los contaminantes	B/. x ton.	20.00
<b>Costo Anual evitado atribuido al túnel de la Línea 3</b>	<b>B/.</b>	<b>B/.488,420.00</b>

Fuente: Elaborado por CSA Group Panamá Inc. en base a datos proporcionados por MPSA

#### 11.1.2.2. Costos Económicos Ambientales

- **IAI01 – Afectación de la calidad de aire**

Como parte de las actividades para la construcción del túnel, objeto de este estudio estarán la remoción de vegetación, la remoción de estructuras existentes, retiro y reubicación de infraestructura de servicios públicos, las excavaciones y rellenos, obras civiles de las estaciones, acarreo de materiales, equipos y escombros, la movilización de equipo pesado que contribuirán al aumento de emisiones de material particulado a la atmósfera (partículas, polvo, tierra y otros).

El uso de maquinaria y equipos durante el desarrollo de las actividades constructivas y las labores de mantenimiento del túnel y la estación Balboa, producirá aumentos puntuales de contaminación de la calidad de aire. Los contaminantes atmosféricos que se generarán incluyen principalmente PM10 (material particulado), CO<sub>2</sub>, NOx, SO<sub>2</sub>.

**Tabla N°11-4: Movilización de material en vagonetas de 22.9 m<sup>3</sup> (30 yardas)**

<b>FRENTE DE OBRAS</b>	<b>CANTIDAD DE MATERIAL APROXIMADO (m<sup>3</sup>)</b>	<b>CANTIDAD DE VIAJES APROXIMADOS</b>
Trinchera Este	56,300	2,459
Pozo de Extracción Este	84,500	3,690
Estación Balboa	140,200	6,122
Pozo de ataque y trinchera Oeste	8,000	349
Túnel	972,200	42,454
PK 5+025 a PK 5+200	37,800	1,650
Campamento PK 4+600	15,900	694
Campamento PK 5+200	300,000	13,100
Campamento PK 5+800	1,000,000	43,668
<b>TOTAL</b>	<b>2,614,900</b>	<b>114,186</b>

Fuente: Elaborado por CSA Group Panamá Inc. en base a datos proporcionados por MPSA

Para valorar monetariamente la alteración de la calidad del aire, se identificó el total de emisiones de CO<sub>2</sub> producto de la utilización de camiones.

**Tabla N°11-5: Valoración monetaria de la alteración de la calidad del aire**

<b>INDICADOR</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>VALORES</b>
Movimiento de tierra	M <sup>3</sup>	3,126,269
No. De viajes en camiones de 30 yardas	NO. DE VIAJES	114,186
Promedio de emisiones anuales de co <sub>2</sub> por kilometro	KG/KM	170
Recorrido anual promedio por viaje	KMS	60
Total de kilómetros recorridos	KMS	6,851,160
Total de emisiones de co <sub>2</sub>	TONELADAS	1,164,697,200
Costo de los contaminantes	B/. X TON	20.00
Costo de modificación de la calidad de aire	<b>B/.</b>	<b>23,293,944,000</b>

Fuente: Elaborado por CSA Group Panamá Inc. en base a datos proporcionados por MPSA

El costo total estimado por la alteración de la calidad del aire es de B/.23,293,944,000 en la etapa de construcción. Durante la fase de operación, se espera que con la

tecnología que se no produzcan de manera directa desechos ni emisiones de gases contaminantes, debido a que funcionará en base a electricidad abastecida desde los sistemas de distribución de las empresas de servicio de la ciudad.

- **IAI03 - Incremento en los niveles de ruido**

En la actualidad el ruido equivalente a la actividad que se desarrollará en el área de influencia del proyecto fueron medidos y los resultados obtenidos, se concluye que, los niveles de ruido ambiental de fondo presentan niveles variables, en algunos casos exceden los límites máximos permisibles en horario diurno y nocturno del Decreto Ejecutivo No. 1 de 2004, y en otros presentan niveles que no exceden este límite. Esto producto de la variabilidad de los escenarios y actividades que se llevan a cabo en las áreas seleccionadas.

Sin embargo, en el área del proyecto durante la fase de construcción se esperan niveles de ruido para los cuales se han tomado en cuenta algunas medidas de mitigación tales como barreras naturales (vegetación, topografía, etc.) y uso del equipo de protección personal, para los trabajadores como: tapones y orejeras contra ruido, según la dosis de ruido en el puesto de trabajo, en cumplimiento de la norma DGNTICOPANIT 44-2000.

De acuerdo con estudios recientes, presentados por URS Holding Inc. en el EslA Cat. II Estaciones Complementarias a la Línea 3 (Arraiján Mall, Cáceres y San Bernardino), en Panamá no contamos con estudios de disposición al pago (DAP) de los hogares por reducción unitaria de dB(A) del ruido. Dado que dichas encuestas son relativamente costosas y no fueron contempladas para esta consultoría, aplicaremos para este cálculo los valores estimados de un país latinoamericano tipo con características similares a Panamá, en donde se han aplicado encuestas DAP.

Sin embargo, para calcular el costo de la pérdida de bienestar ocasionada por el exceso de ruido, se utilizó el Método de Transferencia de Bienes que permite interpolar un valor de un estudio relacionado para obtener el dato. En este caso la experiencia chilena

estableció un costo de B/.22.32 por decibeles anuales, en un período de 4 años que dure la construcción. Para lo cual se consideró un 20% de los hogares que puedan afectarse, que representa un aproximado de 846 viviendas en el área de influencia directa e indirecta; así como como también el tiempo de ejecución de la obra y los excedentes de decibeles por encima de la norma, que en este caso el valor utilizado es de 93.5 dBA.

Para el cálculo monetario de la perdida de bienestar ocasionado por exceso de ruido se utilizó la siguiente fórmula:

$$C_{PBtm} = (H_a * C_a) * C_{dba} * dB_{sn}$$

En donde,

$C_{PBtm}$  Costo de la pérdida de bienestar ocasionada por exceso de ruido por tramo o estación

$H_a$  Número de hogares afectados

$C_a$  Porcentaje de hogares afectados por el exceso de ruido

$C_{dba}$  Disposición anual a pagar por reducción de 1 dB(A) de ruido

$dB_{sn}$  Cantidad de dB(A) que se debe reducir por tramo o estación

Se estimó el costo económico total por pérdida de bienestar utilizando la siguiente ecuación:

$$C_{PBt} = \sum_n C_{PBz1} + C_{PBz2} + C_{PBz3} + \dots + C_{PBzn}$$

donde,

$C_{PBt}$  Costo total de la pérdida de bienestar.

$C_{PBzn}$  Costo de la pérdida de bienestar relacionado a cada condición, lugar, etc.

**Tabla N°11-6: Costo de la Pérdida de Bienestar debido al incremento de ruido derivado de “Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá”**

NIVELES MEDIDO EN DBA	DECIBELES > 60	HOGARES AFECTADOS	COSTO ANUAL POR DECIBELES	AÑOS DE EXPOSICIÓN	COSTO DEL RUIDO
93.5	33.50	846	22.32	4	75,530.88

Fuente: Elaborado por CSA Group Panamá Inc. en base a datos proporcionados por MPSA

- **IAI02 – Generación de malos olores**

En cuanto a olores molestos, los mismos se desarrollarán durante la fase de construcción y son producidos principalmente por la combustión de maquinaria y equipo a utilizar durante el proceso, así como el movimiento de tierra con influencia de materia orgánica que pudieran producirlos. Sin embargo, este impacto no se valoró debido a que los niveles de importancia ambiental están por debajo de 27 en las 3 etapas consideradas (planificación, construcción y operación).

Es importante señalar que este impacto fue considerado dentro de los cálculos de los efectos a la salud considerados para éste proyecto; además de las medidas de mitigación consideradas en el capítulo 10 y considerados en los costos de gestión ambiental.

- **IAG03 - Cambios en el patrón de drenaje superficial (drenaje y escorrentía)**

El valor económico de los patrones de drenajes de agua pluvial del proyecto no fue considerado toda vez el túnel de la línea 3 ha sido configurado como una estructura única (un solo túnel) separado en dos secciones, para replicar el efecto de túneles gemelos, en cuanto al cumplimiento de las normas contra incendio, ventilación y evacuación de estructuras ferroviarias de pasajeros (NFPA 130). Por consiguiente, el túnel de la Línea 3 y su interior está compuesto de los siguientes componentes: losa de fondo, drenajes y bombeo, vigas guías de rodaje, vigas I, muro de separación, puertas de emergencias deslizantes de interconexión entre las dos secciones (mitades) del túnel a distancia no mayor de 244 metros, sistemas auxiliares (ventilación y contra

incendio) y sistema integral operativo.<sup>4</sup> La altura del muro de separación se extiende desde la pasarela de circulación hasta encontrarse la parte superior del túnel, generando un muro de separación de aproximadamente 5.87 metros de altura, sobre todo en la etapa de construcción, para los cuales se establecieron las siguientes medias de mitigación, durante la fase de construcción:

- Evaluar y registrar detalladamente los cambios que puedan producir las diferentes actividades del proyecto en su área de influencia, durante las etapas de construcción y operación, mantenimiento y reparación.
- Evaluar la validez de las medidas mitigadoras.
- Detectar impactos no previstos, en el desarrollo de las actividades del proyecto, a fin de proponer las medidas mitigadoras adecuadas.
- Brindar información que permita conocer mejor las repercusiones ambientales del proyecto en zonas con características similares al área de influencia del proyecto.
  
- **IAG01 - Efectos a la Salud por Alteración de la Calidad del Agua Superficial (agua dulce y marina) y Subterránea**
  - **Agua superficial**

Las acciones directas asociadas a la fase de construcción en proyectos de este tipo, tales como el movimiento de tierras mediante excavaciones y rellenos, la remoción de estructuras, movilización de equipo pesado pueden producir un cambio significativo en el flujo de las aguas superficiales.

Sin embargo, hemos considerado el valor económico de las afectaciones que podría generarse a la calidad del agua, desde el punto de vista de los efectos a la salud, debido a la contaminación de los recursos naturales especialmente el hídrico y enfermedades humanas de índole bacteriana y viral, que pudieran desarrollarse, tales como:

---

<sup>4</sup> Pliego de Cargos de la Licitación Pública No. 2021-2-80-0-08-LV-003503.

**Tabla N°11-7: Enfermedades humanas de índole bacteriana y viral que pueden desarrollarse, debido a la contaminación de los recursos naturales, durante la construcción del proyecto**

ENFERMEDAD	AGENTE CAUSAL	ALIMENTOS INVOLUCRADOS
<b>Fiebre tifoidea</b>	Salmonella typhi	Frutas y verduras regadas con aguas servidas, alimentos contaminados por un manipulador enfermo.
<b>Fiebre paratifoidea</b>	Salmonella paratyphi	Frutas y verduras regadas con aguas servidas, alimentos contaminados por un manipulador enfermo.
<b>Shigellosis</b>	Shigella dysenteriae, S. flexneri, S. boydii, S. sonnei	Frutas y hortalizas regadas con aguas servidas. Manos del manipulador portador
<b>Gastroenteritis y diarrea</b>	Escherichia Coli patógena	Alimentos o agua contaminada con la bacteria.
<b>Cólera</b>	Vibro cholerae	Pescados o mariscos crudos, alimentos lavados o preparados con agua contaminada.
<b>Virus de la hepatitis A</b>	Hepatitis A	Verduras regadas con aguas servidas.
<b>Enteritis por rotavirus</b>	Rotavirus	Agua y alimentos contaminados con heces fecales.

*Fuente: CSA Group Panamá Inc.*

Para el presente documento se tomó como dato principal las posibles enfermedades causadas por la contaminación hídrica relacionadas por el aumento de los sólidos suspendido y la turbiedad que pueda provocar la actividad, tomando en consideración el número de habitantes del área de influencia directa y los costos incurridos para atender y curar a una persona enferma, utilizando los indicadores de salud que maneja el Banco Mundial para el período 2011-2015 sobre los gastos de salud desembolsados por un paciente (% del gasto privado de salud), que es de B/.83.20 (año 2014), en los cuales se consideran las gratificaciones y los pagos en especie a los médicos y proveedores de fármacos, dispositivos terapéuticos y otros bienes y servicios destinados principalmente a contribuir a la restauración o la mejora del estado de salud de individuos o grupos de población. Las proyecciones se realizaron tomando en cuenta la población de los corregimientos de Ancón, Curundú, Arraiján y Veracruz, los gastos desembolsados por pacientes, toda vez al darse una alteración de la calidad del agua podrían generarse enfermedades virales y bacterianas como las señalas anteriormente.

○ **Agua Marina**

El valor económico de la calidad del agua de mar no fue considerado toda vez toda vez durante la inspección de campo, no se evidenció fuentes contaminantes al agua de mar.

No obstante, se realizaron laboratorios, certificados por Corporación Quality Services, S.A., (Informe No. CQS-INST-003-F001) sobre muestras de agua de mar, cuyo resultado señala que se evidenció la presencia de contaminación, tomando en consideración las normas COPANIT de la República de Panamá. Sin embargo, este impacto ambiental fue considerado en los efectos a la salud.

Es importante señalar, que cuando se inicie operaciones el proyecto no afectará la calidad el agua de mar; y para la etapa de construcción, el capítulo 10 del Estudio de Impacto Ambiental presentado ha considerado desarrollar medidas para prevenir o minimizar impactos relacionados con el tema para controlar la sedimentación del lecho marino, que están incluidas en los Costos de Gestión Ambiental, tales como:

- Seguir los enunciados propuestos en las medidas seguridad para controlar el aumento de la sedimentación durante la etapa de construcción del proyecto en la zona terrestre.

○ **Agua Subterránea**

Este impacto no fue valorado, toda vez los efectos a la salud fueron calculados en el impacto alteración de la calidad del agua superficial.

En lo que respecta a los desechos peligrosos que se generarán en los campamentos de obra provenientes de los talleres de mantenimiento de maquinaria, taller de herrería y soldadura, residuos de aceite hidráulico durante el proceso de excavación de la tuneladora, almacén de productos químicos a través de derrames o contacto directo con el suelo puede permitir su ingreso y dilución en el agua freática alterando su composición química, por lo que se ha considerado la contaminación por uso de combustible durante la construcción de la obra.

La quema de un litro de gasolina produce 2,32 Kg de dióxido de carbono en la atmósfera; pero un litro de diésel, debido a su mayor densidad y mayor contenido de carbono, produce 2,63 Kg de CO<sub>2</sub>. Para el proyecto se calculó para los primeros años en un 50% de las operaciones; para los años 4 a 6 en un 75% y a partir del 7mo. año se espera que las actividades realizadas generen el uso de 60.0 mil litros de combustible.

• **IAG02 – Alteración del nivel freático y el flujo de las aguas subterráneas**

La pavimentación de superficies de suelos donde actualmente se tiene vegetación u otros usos, con suelos permeables que facilitan la infiltración, podría ocasionar el incremento de los flujos superficiales (y la consecuente disminución de la infiltración) a consecuencia de lluvias intensas, durante la etapa de construcción. Para ello, se han considerado algunas medidas de mitigación, consignadas en el Plan de Manejo Ambiental, tales como:

- Realizar nivelación y compactación del terreno solo en las áreas necesarias para la construcción del proyecto.
- Delimitar las áreas de circulación de vehículos, maquinaria y equipos.
- Estabilizar los suelos en las áreas de excavación de trincheras y el túnel.
- Sellar las rajaduras del suelo para evitar infiltraciones de agua.
- Implementar sistemas de drenaje adecuados.
- Impermeabilizar las juntas de las dovelas, paredes y losas en las obras subterráneas.

• **ISU02 - Cambios en la Morfología del Relieve**

En las actividades de acondicionamiento del área donde se instalan los campamentos en el lado Oeste del canal, se realizarán cortes y movimientos del relieve para establecer taludes y bermas, esto provocará cambios permanentes en la morfología del relieve, ya que se modificará por completo el área intervenida, mientras que en las áreas de bote de Rainforest y Farfán se producirán cambios mediante el incremento (artificial) del volumen superficial, es decir, se agregará material excavado y se consolidara a

manera de terraza, aumentando así la cota sobre el nivel del mar para crear un nuevo patrón morfológico.

Durante la etapa de construcción actividades como la limpieza y remoción de la capa vegetal, el movimiento de tierra, paso de camiones y vehículos, operación de instalaciones provisionales, desechos y basura orgánica, etc., podría producir un aumento en la sedimentación de las fuentes hídricas cercanas al área del Proyecto.

Sin embargo, este impacto no fue valorado, toda vez la sedimentación fue calculada en el impacto alteración de la cobertura vegetal; así como también en el impacto sobre los incrementos en los procesos de erosión.

El valor económico de la pérdida de productividad por hectárea<sup>5</sup> en un sitio determinado i se aproxima en el estudio utilizado como referencia con la siguiente ecuación:

$$C_i = P_m * \Delta y_{ij}$$

Donde  $C_i$ : Es el costo de la erosión por hectárea

$P_m$ : Es el precio de mercado por tonelada de producto agrícola, y

$\Delta y_{ij}$  Es la pérdida de producto en toneladas/ha asociada a la pérdida de centímetros de suelo en el sitio i.

El precio de mercado utilizado es de B/.248.00 USD por tonelada, en un escenario crítico que se establece para un rango máximo de (0.3 ton/ha) y el rendimiento promedio de ton/ha para los cultivos agrícolas que se establece en 2.29 ton/ha promedio, Obteniendo un valor total de:

$$VE = 149.2 * 567.92 = 84,733.66$$

<sup>5</sup> ¿Cuánto nos cuesta la erosión de suelos? Aproximación a una valoración económica de la pérdida de suelos agrícolas en México Helena Cotler, Carlos Andrés López, Sergio Martínez-Trinidad (2011)

- **ISU01 – Alteración de la Calidad del Suelo**

- **Física**

En la etapa de construcción, los impactos al suelo están relacionados con las pérdidas de suelo por erosión hídrica durante la estación lluviosa, la erosión eólica durante la época seca y la compactación de los suelos, principalmente en las áreas auxiliares. Estos impactos están asociados a la remoción de cobertura vegetal, movimiento de tierras, habilitación de caminos de acceso hacia los sitios de disposición de material de excavación y campamentos y la construcción de la Estación Subterránea Balboa, Trincheras, Zonas de Transición del Túnel, y Pozos de Evacuación y Ventilación. Parte de los suelos erosionados terminan como carga de sedimentos en las corrientes naturales, por lo que el Programa de Protección de Suelos mitigará la sedimentación de manera indirecta.

Este impacto fue considerado dentro de la valoración económica del incremento de los procesos de erosión; así como también a través de las medidas preventivas y de mitigación, consignada en el Capítulo 10 del Estudio de Impacto Ambiental. Dentro de las medidas consideradas en el Plan de Manejo Ambiental, podemos mencionar:

- En lo posible, los trabajos de movimiento de tierras deberán realizarse durante la estación seca, priorizando el inicio de estas operaciones en los sectores de mayor pendiente, como el campamento PK 5+800, ubicado en el sector Oeste del Túnel.
- El contratista deberá controlar que la nivelación y compactación del terreno que se realice sea estrictamente la necesaria para la construcción y correcto funcionamiento del proyecto.
- Restringir la operación de vehículos, maquinaria y equipo de movimiento de tierras al mínimo, concentrando su tránsito dentro de la huella del alineamiento o área de trabajo.
- Proteger los suelos extraídos de las excavaciones para la construcción de los pozos de ataque, trincheras, zonas de transición, Estación Subterránea y pozos

de evacuación y ventilación, de forma que no queden expuestos a las escorrentías durante la estación lluviosa.

- Proteger con material estabilizador las áreas donde se realicen movimientos o remociones de suelos durante la estación lluviosa y cubrir con grama de alta densidad y rápido crecimiento, las áreas sujetas a la erosión tan pronto sean posible.
- Pavimentar las cunetas y contra cunetas que se amplíen o adicionen al sistema de drenaje pluvial.
- Estabilizar las paredes y taludes expuestos en las áreas de construcción de la estación subterráneas, pozos de ataque, trincheras y pozos de ventilación y evacuación, donde se realizarán las mayores excavaciones o remoción de material consolidado.
- Utilizar estructuras disipadoras de energía como zampeados y empedrados a las entradas y salidas de las estructuras de drenaje y en los canales pavimentados.
- Aplicar controles de sedimentos en las áreas de perforaciones, con el objetivo de prevenir el aporte de estos hacia los drenajes naturales o pluviales.
- Se mantendrá un drenaje superficial continuo y/o barreras para evitar la entrada de sedimentos al Canal y cuerpos de agua naturales, acumulación de agua que genere criaderos de mosquitos y el deterioro de las vías de acceso.
- En los suelos descubiertos, con potencial de procesos erosivos, el contratista deberá evaluar la aplicación de siembra de vegetación o hidrosiembra, ya sea como medida de control temporal o permanente. De resultar necesario la aplicación de esta medida, el contratista deberá evaluar y seleccionar la especie más conveniente según el tipo de suelo y taludes a proteger.

- **Química**

Gestionar un manejo adecuado de las afectaciones generadas por el proyecto en la calidad del suelo, debido a la probabilidad derrames por la presencia de maquinaria,

equipos y obras provisionales durante la fase de construcción, fue considerado a través de las medidas preventivas y de mitigación, consignadas en el Capítulo 10 del Estudio de Impacto Ambiental, motivo por el cual el valor económico de este impacto no fue considerado en el análisis costo-beneficio. Dentro de las medidas consideradas en el Plan de Manejo Ambiental, podemos mencionar:

- Mantenimiento adecuado a los vehículos y maquinaria de obra.
- Disponer de un kit anti-derrame
- Las sustancias consideradas como residuos y/o desechos peligrosos (aceites usados, residuos de combustibles, waipes y trapos contaminados con hidrocarburos, envases vacíos y residuos de productos químicos), deberán entregarse únicamente a gestores autorizados, para que se dé la disposición final. El manejo debe ser acorde a lo dispuesto en la norma nacional.
- Instruir a los trabajadores sobre el adecuado manejo de productos contaminantes.
- No lavar ningún equipo utilizado en la obra dentro de los cursos de agua.
- Las operaciones de mantenimiento se realizarán en zonas y talleres habilitados para dicho fin, de manera que los desechos de estas actividades no contaminen el suelo.

○ **Microbiológica**

Para valorar este impacto ambiental utilizamos el método de Costo de Reemplazo<sup>6</sup> del impacto ambiental, en donde se consideraron las cantidades y el costo de fertilizantes requeridos para reemplazar los nutrientes medidos que se pierde a consecuencia de la erosión de suelos. Los resultados obtenidos en dichos estudios aproximan al costo del servicio ambiental por la presencia de macronutrientes, en donde se consideró el escenario critico establecido (donde 1 cm de suelo erosionado ocasiona la pérdida de 300 kg) y se establece el costo en B/.22.10 por hectárea, tomando en consideración los

---

<sup>6</sup> ¿Cuánto nos cuesta la erosión de suelos? Aproximación a una valoración económica de la pérdida de suelos agrícolas en México Helena Cotler, Carlos Andrés López, Sergio Martínez-Trinidad (2011)

costos asociados a la pérdida de nitrógeno, fósforo y potasio alcanzan (B/.6.2 por ha, B/.9.6 por ha y B/.6.3 por ha), respectivamente.

Partiendo de esta premisa, podría decirse que el valor económico del servicio ambiental que brinda el componente forestal sobre conservación de suelos, se multiplica el valor económico por la pérdida de nutrientes (B/. 22.10) por el número de hectáreas totales que se afectarán con la pérdida de la cobertura vegetal que producirían efectos negativos por la pérdida de nutrientes en el suelo.

Para esta estimación utilizamos la siguiente ecuación:

$$VE (Cs) = AD \times Ve$$

Donde:

VE: Valor económico del servicio ambiental conservación de suelos

AD: Pérdida de Cobertura Vegetal

Ve: Valor económico de la pérdida de nutrientes

$$VE = 149.2 * 22.10 = 3,297.32$$

- ISU04 – Incremento en los Procesos de Erosión y Sedimentación**

La dinámica sucesional del suelo engloba procesos de cambios evolutivos en el perfil del suelo formándose horizontes a partir del material parental permitiendo el movimiento de minerales en todas las direcciones a lo largo del tiempo y suele ser estudiado por la edafología genética.

Las actividades de excavación, corte y movimiento del suelo para la construcción de los campamentos, trincheras y fosas, producirán un proceso de sucesión degradativa del suelo, ya que al alterar la estructura física, química y microbiológica del suelo mediante la remoción y extracción de la capa vegetal y de los primeros horizontes superficiales del suelo (O, A, B), se estará disminuyendo y eliminando las concentraciones de materia orgánica, elementos minerales y la actividad microbiana,

interrumpiendo así la evolución o desarrollo natural del suelo, dejando suelos pobres y desnudos (horizontes C, D), los cuales no permiten el crecimiento de plantas, debido a poseer bajos contenidos de materia orgánica y una aumento de limo, mayor densidad y compactación, estos suelos tienden a formar sellos y costras, lo que disminuye la retención de agua e incrementan la aridez del suelo.

Para realizar el valor económico de este impacto, utilizamos la pérdida de productividad por hectárea<sup>7</sup> en un sitio determinado i se aproxima en el estudio utilizado como referencia con la siguiente ecuación:

$$C_i = P_m * \Delta y_{ij}$$

Donde  $C_i$ : Es el costo de la erosión por hectárea

$P_m$ : Es el precio de mercado por tonelada de producto agrícola, y

$\Delta y_{ij}$  Es la pérdida de producto en toneladas/ha asociada a la pérdida de centímetros de suelo en el sitio i.

El precio de mercado utilizado es de B/.248.00 USD por tonelada, en un escenario crítico que se establece para un rango máximo de (0.3 ton/ha) y el rendimiento promedio de ton/ha para los cultivos agrícolas que se establece en 2.29 ton/ha promedio, Obteniendo un valor total de:

$$VE = 149.2 * 567.92 = 84,733.66$$

- **IFA03 – Afectación de Recursos Hidrobiológicos (Hábitat Marino-Costeros y de agua dulce)**

<sup>7</sup> ¿Cuánto nos cuesta la erosión de suelos? Aproximación a una valoración económica de la pérdida de suelos agrícolas en México Helena Cotler, Carlos Andrés López, Sergio Martínez-Trinidad (2011)

- **Marino-costeros**

Durante el uso del sitio de disposición del material de excavación en el oeste (Farfán), se podrá producir un aumento en la sedimentación de las fuentes hídricas, originada por el movimiento de tierra y la erosión causada, afectando en su desembocadura al recurso marino-costero. La valoración económica de este impacto ambiental ya fue considerada en la sedimentación y en el incremento de los procesos de erosión (hídrico/eólico).

- **Dulceacuícolas**

Durante la etapa de construcción actividades como la limpieza y remoción de la capa vegetal, el movimiento de tierra, paso de camiones y vehículos, disposición de material de excavación, operación de instalaciones provisionales, etc., serán las principales en generar alteraciones sobre los organismos acuáticos. Se podría producir un aumento en la sedimentación de las fuentes hídricas, originada por el movimiento de tierra y la erosión causada. Además, si las maquinarias y el equipo utilizado no se encuentran en buenas condiciones, pueden ocurrir fugas de hidrocarburos o aceites que contaminarían el cuerpo de agua, al igual que la mala disposición de los desechos y basura.

La valoración económica de este impacto ambiental ya fue considerada en la sedimentación que se incorporó en dentro de la alteración de la cobertura vegetal.

- **IFA02 - Modificación del Hábitat Terrestre y Pérdida de Conectividad (fragmentación)**

- **Pérdida de Hábitat**

La principal amenaza y causa de la pérdida del hábitat es la destrucción y fragmentación de los bosques, la pérdida de hábitat de las especies de fauna silvestre asociadas a diferentes tipos de hábitat es la principal causa de la desaparición de especies, especialmente por aquellas que se encuentran en alguna categoría de manejo especial.

De acuerdo con estudios recientes, presentados por URS Holding Inc. en el EsIA Cat. II Estaciones Complementarias a la Línea 3 (Arraiján Mall, Cáceres y San Bernardino), Panamá existe un promedio para cada hectárea de bosque que contribuye a reducir la producción de sedimentos en 14,32m<sup>3</sup> al año, lo cual corresponde a un valor económico por servicios ambientales de B/. 197.40. El proyecto **Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá** utilizará 93.30 has de vegetación en el área de influencia directa del proyecto, conformada por bosque secundario maduro, maduro intermedio y herbazales, ocasionará la modificación del hábitat del área.

Para calcular el valor económico de este impacto se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{CSA} = \text{VBsa} * \text{Sdbha}$$

en donde,

CSA= Costo de la pérdida de servicios ambientales por modificación de hábitat

VBsa= Valor de los bienes y servicios ambientales

Sdbha= Superficie deforestada de bosque

El costo de la pérdida de bienes y servicios ambientales debido a la modificación del hábitat tiene un valor económico de B/.25,780.44 anuales.

- **Fragmentación del Hábitat**

Adicional al impacto anteriormente valorado en donde también se considera la fragmentación y/o modificación del hábitat, es necesario resaltar las medidas de mitigación para este impacto, cuyos costos de gestión ambiental han sido considerados en el capítulo 10 del presente estudio de impacto ambiental. Algunas de las medidas de mitigación a considerar son:

- Señalar – delimitar y/o demarcación la zona de posible afectación por las actividades extractivas, con el fin de evitar cualquier tipo de intervención fuera de lo permitido.

- Evitar el desbroce de áreas innecesarias y solo limitarse, a las áreas contempladas en el proyecto.
- Prohibir actividades de quemas para eliminar la vegetación, estas serán de tipo manual en lo posible.
- Crear conciencia entre los trabajadores, brindándole charlas sobre la protección a la fauna silvestre y las leyes que regulan su conservación.
- Ejercer control y vigilancia en toda la zona del proyecto de actividades que puedan perjudicar la fauna, tales como caza, quema, pesca y captura.
- Limitar la velocidad de circulación en camino de acceso del entorno de la actuación para minimizar los riesgos de atropellos de ejemplares faunísticos.
- Minimizar en lo posible la generación de ruidos con el uso de maquinarias y equipos, determinando horarios y condiciones así evitando la alteración del hábitat de la fauna existente en el entorno del área del proyecto.
- Mantener una buena recolección, transporte y disposición final de los desechos, con el fin de evitar la presencia de animales.

- **IFL01 - Alteración de la Cobertura Vegetal**

El proyecto **Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá** afectará 93.30 hectáreas de flora, conformados principalmente por gramínea, rastrojo, herbazales, vegetación herbácea y bosque secundario, las cuales se describen a continuación:

**Tabla N°11-8: Cobertura Vegetal que se afectará durante la construcción del “Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá”**

CATEGORÍA	ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA		ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA	
	SUPERFICIE (HA)	%	SUPERFICIE (HA)	%
Bosque Secundario Maduro	11.21	7.75	36.34	7.08
Bosque Secundario Intermedio	37.90	26.21	86.85	16.92
Bosque de Manglar	4.14	2.87	5.46	1.06
Herbazales	34.44	23.82	72.10	14.04
Arboles dispersos	1.00	0.69	13.33	2.60
Área verde urbana	8.75	6.05	27.83	5.42
Área urbanizada	28.57	19.76	148.63	28.95

CATEGORÍA	ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA		ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA	
	SUPERFICIE (HA)	%	SUPERFICIE (HA)	%
Suelos sin vegetación	5.94	4.11	54.93	10.70
Agua	12.62	8.73	67.90	13.23
<b>TOTAL</b>	<b>144.58</b>	<b>100.00</b>	<b>513.36</b>	<b>100.00</b>

Fuente: CSA Group Panamá Inc.

Si bien es cierto que existen áreas de manglares cercanas al alineamiento del proyecto, estas no serán intervenidas de manera directa. No obstante, pudieran verse afectadas indirectamente producto de las escorrentías y el transporte de sedimentos.

Para valorar este impacto ambiental utilizamos el método de cambio de productividad, por efecto de la transferencia de carbono a la atmósfera como factor de valoración; en donde cada hectárea contiene cierta cantidad de toneladas de carbono de acuerdo al tipo de vegetación, la cual es obtenida de acuerdo a estudios realizados por el Center for International Forestry Research (CIFOR), quienes indican que cada hectárea de bosque tropical contiene 175 toneladas de carbono, y una tonelada de carbono transferida a la atmósfera, lo que equivale a 3.67 toneladas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).

Para el caso de los herbazales, el mismo está compuesto por vegetación de gramíneas, algunas herbáceas y árboles dispersos, que fueron o que aún se conservan como áreas de potrero, los cuales representan un 36.91% que incluyen pastizales; para los cuales se consideró el valor asignado a la actividad silvopastoril de acuerdo a informe presentado por "MIRANDA, Taymer; MACHADO, R; MACHADO, Hilda y DUQUESNE, P. sobre Carbono secuestrado en ecosistemas agropecuarios cubanos y su valoración económica.: Estudio de caso. *Pastos y Forrajes* (2007, vol.30, n.4 [citado 2015-01-02], pp. 0-0) el cual establece para la actividad silvopastoril 126.62 ton de  $\text{CO}_2/\text{ha/año}$

La fórmula aplicada para este impacto es la siguiente:

$$\text{TONdeCO}_2\text{TRANSFERPROYECTO} = \text{No. has} * \text{CO}_{\text{ton/ha}} * \text{F}_{\text{tco2}}$$

en donde, TONdeCO<sub>2</sub>TRANSFERIDOPorPROYECTO - Toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) transferidas por el proyecto “**Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá**”

**Tabla N°11-9: Cobertura Vegetal de área de influencia directa que se afectará durante la construcción del “Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá”**

CATEGORÍA	ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA			
	SUPERFICIE HA	TONELADAS DE CARBONO POR HECTÁREA TON CO2/HA	FACTOR DE TRANSFERENCIA DE CARBONO (CO2 = 3.67 TON)	TOTAL DE TONELADAS
Bosque Secundario Maduro	11.21	175	3.67	7,199.62
Bosque Secundario Intermedio	37.90	175	3.67	24,341.28
Herbazales	34.44	126.62	3.67	16,004.11
Áreas verdes urbana	8.75	175	3.67	5,619.69
Áreas con Arboles dispersos	1.00	175	3.67	642.25
<b>Total de hectáreas</b>	<b>93.30</b>			<b>53,806.95</b>

Fuente: CSA Group Panamá Inc.

Las 93.30 hectáreas que se van afectar en el área de influencia directa, producen 53,806.95 toneladas de CO<sub>2</sub>. Hemos utilizado datos actuales de los mercados internacionales en donde el precio, durante el mes de septiembre de 2021 es de 57.36 €/ton, que es el precio promedio establecido para 30 días, según la Bolsa de SENDECO<sub>2</sub> que es un Sistema Electrónico de Negociación de Derechos de Emisión de Dióxido de Carbono. Dicho valor está dado en euro por lo cual se aplicó la conversión a dólares americanos para poder realizar los cálculos correspondientes a la fecha antes indicada (septiembre 2021), obteniendo como resultado B/.67.78 US\$/tonelada.

Con dicho dato procedimos a calcular el costo de la pérdida de cobertura vegetal (PCV) del proyecto. **PCV= 53,806.95 x 67.78= \$3, 647,035.07**

En cuanto al área de influencia indirecta las 557.65 hectáreas de cobertura vegetal producirán 340,206.48 toneladas de CO<sub>2</sub> tal como se aprecia en la tabla siguiente

**Tabla N°11-10: Cobertura Vegetal de área de influencia indirecta que se afectará durante la construcción del “Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá”**

CATEGORÍA	ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA			
	SUPERFICIE HA	TONELADAS DE CARBONO POR HECTÁREA TON CO2/HA	FACTOR DE TRANSFERENCIA DE CARBONO (CO2 = 3.67 TON)	TOTAL DE TONELADAS
Bosque Secundario Maduro	36.34	175	3.67	23,339.37
Bosque Secundario Intermedio	86.85	175	3.67	55,779.41
Herbazales	72.10	126.62	3.67	33,504.54
Áreas verdes urbana	27.83	175	3.67	17,873.82
Áreas con Arboles dispersos	13.33	175	3.67	8,561.19
<b>Total de hectáreas</b>	<b>241.91</b>			<b>139,058.33</b>

Fuente: CSA Group Panamá Inc.

Con dicho dato, procedimos a calcular el costo de la pérdida de cobertura vegetal (PCV) del área de influencia indirecta del proyecto, cuyo resultado es el siguiente:

$$\text{PCV} = 340,206.48 * 67.78 = \$9,425,373.61$$

- **Sedimentación**

En un estudio realizado por Elektra Noreste, S.A.<sup>8</sup> para la construcción de la Hidroeléctrica El Salto, se hace referencia a que los ríos, lagos y embalses también captan CO<sub>2</sub> al igual que la atmósfera, los océanos y los bosques.

<sup>8</sup> Electra Noreste, S.A. – Estudio de Impacto Ambiental – Categoría III. Proyecto de Mini Hidroeléctrica El Salto, Corregimiento Las Margaritas, Distrito de Chepo, Provincia de Panamá

Dicho estudio cita que “Un grupo de científicos entre los que se encuentra el investigador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de España, Carlos Duarte publica un informe en la revista “Ecosystems”, en el que apunta a los sedimentos de los ecosistemas acuáticos como sumideros de carbono. Los ríos, embalses y lagos, por tanto, captarían CO<sub>2</sub> y ayudarían a mitigar el cambio climático: un 12% del CO<sub>2</sub> quedaría almacenado en sus sedimentos, un 48% sería transportado (ríos) hasta los océanos y el 40% volvería a emitirse a la atmósfera”.

Partiendo de esta premisa podría decirse que el uso del agua impactará un área de 12.62 hectáreas aproximadamente, lo cual producirá efectos negativos por la pérdida de capacidad de captura de carbono en un 12% que se almacena en los sedimentos.

Sedimentos:	$= 1.5144 * 175 * 3.67 =$	972.62 toneladas (CO <sub>2</sub> )
-------------	---------------------------	-------------------------------------

<b>PS = 972.62 * 67.78 = 65,924.41</b>
--

- **Indemnización Ecológica:**

Durante la etapa de construcción del proyecto se realizará la limpieza y remoción de la capa vegetal presente dentro del área donde se instalará el campamento, así como las áreas auxiliares, lo que causará la pérdida de vegetación compuesta principalmente por bosque secundario intermedio y bosque secundario, ambos productos de presiones antrópicas en el pasado, que representa unas 95.01 del área de influencia directa del proyecto.

Para el cálculo del valor monetario de este impacto aplicamos los valores con base en la Resolución No. AG-0235-2003 del 12 de Junio de 2003 de la Autoridad Nacional del Ambiente establece la tarifa para el pago en concepto de indemnización ecológica, valorando en B/.10,000.00 la hectárea de manglar; B/.5,000.00 la hectárea de bosque primario y bosque secundario maduro, B/.3,000.00 la hectárea de bosque secundario

intermedio, B/.1,000.00 la hectárea de matorrales y rastrojos, y de B/.500.00 la hectárea de pastizales y herbazales.

**Tabla N°11-11: Pérdida de la Cobertura vegetal (Indemnización Ecológica)**

TIPO DE COBERTURA VEGETAL	SUPERFICIE HA	INDEMNIZACIÓN POR HECTÁREA	MONTO TOTAL DE INDEMNIZACIÓN ECOLÓGICA
Bosque Secundario Maduro	11.21	5,000.00	56,050.00
Bosque Secundario Intermedio	37.90	3,000.00	113,700.00
Herbazales	34.44	500	17,220.00
Área verde urbana	8.75	500	4,375.00
Áreas con Arboles dispersos	1.00	500	500.00
<b>Monto Total por hectáreas</b>	<b>93.30</b>		<b>B/.191,845.00</b>

Fuente: CSA Group Panamá Inc.

El Costo de la Indemnización ecológica por la pérdida de la cobertura vegetal del proyecto **Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá** se ha considerado los valores por hectárea, correspondientes al tipo de vegetación, para un valor total de B/.174,796.50 que corresponde a las 93.30 hectáreas.

- **Pérdida del Potencial Forestal**

Además de la indemnización ecológica valorada monetariamente por la pérdida de la cobertura vegetal, con la remoción de esta se produce una reducción del recurso forestal, cuyo grado de significancia estará determinado por el volumen de madera y la proporción del recurso forestal disponible. Cabe señalar que, en el área de influencia directa del proyecto, la remoción de especies de árboles maderables con diámetros que pueden producir trozas de importancia comercial, asciende a 30.024 m<sup>3</sup> por hectárea, todas de valor comercial actual de B/.1.00 promedio el pie cúbico.

**Tabla N°11-12: Pérdida del Potencial Forestal**

<b>TIPO DE COBERTURA VEGETAL</b>	<b>SUPERFICIE HA</b>	<b>COSTO DE MADERA POR HECTÁREA</b>	<b>MONTO TOTAL DE INDEMNIZACIÓN ECOLÓGICA</b>
Bosque Secundario Maduro	11.21	3,512.50	39,375.13
Bosque Secundario Intermedio	37.90	3,512.50	133,123.75
<b>Monto Total por hectáreas</b>			<b>B/.172,498.88</b>

Fuente: CSA Group Panamá Inc.

- **ISO06 - Cambio del Paisaje Natural y ISO07 - Cambio del Paisaje Urbano**

El incremento en la demanda de bienes y servicios, asociado a las necesidades de abastecimiento durante el proceso constructivo de la obra vial, ocasionará un aumento en la dinámica comercial local; siendo más perceptible en las localidades más próximas a la vía.

Gestionar un manejo adecuado de las afectaciones generadas por el proyecto en el paisaje, debido a la presencia de maquinaria, equipos y obras provisionales fue considerado a través de las medidas preventivas y de mitigación, consignadas en el Capítulo 10 del Estudio de Impacto Ambiental, motivo por el cual el valor económico de éste impacto no fue considerado en el análisis costo-beneficio. Dentro de las medidas consideradas en el Plan de Manejo Ambiental, podemos mencionar:

- Delimitar las áreas a ser intervenidas con el propósito de evitar afectaciones no previstas y cuantificar las áreas sobre las que se debe hacer énfasis en el manejo paisajístico.
- Restaurar las áreas ocupadas durante la ejecución del proyecto
- Mejorar el aspecto visual y paisajístico del área entorno al proyecto.

En el caso de los costos económicos sociales, hemos considerados los costos de la gestión ambiental que se generarán para el desarrollo de las actividades relacionadas con el proyecto.

Para valorar monetariamente este impacto aplicamos la disposición a pagar por los nacionales para preservar la calidad del paisaje en la Isla de Coiba, el cual equivale a B/.3.93 Encuesta de disponibilidad a pagar<sup>9</sup> que señala que cerca del 40% de la población está dispuesta a pagar por preservar la nueva calidad visual del paisaje.

**Tabla N°11-13: Afectación de la Calidad Visual del Paisaje.**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR
Personas residentes en el área del proyecto	Personas	31.165
% de personas dispuestas a pagar por preservar la calidad del paisaje	%	40%
Cantidad de Personas dispuestas a pagar por preservar la calidad del paisaje	Personas	12,466
Disposición a pagar por preservar calidad visual		3.93
<b>Costo total de afectación de la Calidad Visual</b>		<b>B/.48,991.38</b>

Fuente: CSA Group Panamá Inc.

- IVI01 - Incremento en la Generación de Vibraciones**

De acuerdo con estudios recientes, presentados por URS Holding Inc. en el EsIA Cat. II Estaciones Complementarias a la Línea 3 (Arraiján Mall, Cáceres y San Bernardino), en Panamá no contamos con estudios de disposición al pago (DAP) de los hogares por reducción unitaria de dB(A) del ruido, las actividades de construcción, el movimiento de maquinarias, la demolición de estructuras y las excavaciones, entre otras son factores que podrían generar vibraciones durante la construcción.

En el caso de nuestro estudio, dado que la fuente de vibración corresponde maquinarias y equipos a los que están directamente vinculados los trabajadores, la valorización monetaria de este impacto se vincula a las afectaciones de salud de cierto porcentaje los trabajadores expuestos, que pueden sufrir de dolencias e incapacidades en la región mano-brazo o en el cuerpo. La dolencia de mayor ocurrencia es el denominado “síndrome del dedo blanco o de Reynaud”, que puede inhabilitar tendones, músculos, huesos y articulaciones en el área mano-brazo y los dolores de espalda.

<sup>9</sup> Consorcio BCEON-TERRAN. Consultoría para la Valoración Económica de los Recursos Forestales, Agua y Áreas Protegidas. ANAM 2006.

Sobre este tema se han realizado estudios sobre la “Determinación de la exposición a vibraciones mano-brazo y cuerpo en trabajadores de la construcción y/o reparación de carreteras y puentes en Costa Rica”<sup>10</sup>, en donde se utilizaron los siguientes datos para el cálculo de los costos unitarios asociados a dichas dolencias: 25 días incapacidad; a razón de B/.10.00 la hora multiplicado por 8 horas de jornada laboral diaria arrojando un costo diario de B/.80.00-. Estos datos nos generan un costo total por incapacidad de B/.2,000.00 y gastos médicos por un monto de B/.300.00-.

Para el cálculo de la pérdida, por efecto de las vibraciones generadas en el proyecto, que incapacitan a los trabajadores, se consideró el 2% del total de los trabajadores que podrían sufrir en algún momento incapacidades<sup>11</sup>

**Tabla N°11-14: Costos totales de salud debido al incremento de vibraciones en la construcción del “Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá”**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR
No. De Trabajadores	Personas	1,000
Trabajadores incapacitados	%	2%
Trabajadores incapacitados	Personas	20
Costo Incapacidad + gastos médicos	B/.	B/.2,300.00
Total Anual de la Pérdida en concepto de Incapacidad	B/.	B/.46,000.00

Fuente: CSA Group Panamá Inc.

## 11.2. Valoración monetaria de las externalidades sociales.

### 11.2.1. Beneficios Económicos Sociales

- **ISO02 - Cambios en la Movilidad y Seguridad Vial**

Los tiempos de viaje promedio consumen más de una hora con velocidades de circulación del transporte público promedio de 20 km/hora. La entrada en operaciones

<sup>10</sup> Morales, Gabriela. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2010. Página 7.

<sup>11</sup> IX Congreso de Salud Laboral. San Sebastián, España

de la Línea 3 del Metro, ocasionará una disminución de vehículos particulares en circulación, como consecuencia de las mejoras en la movilidad y accesibilidad urbana.

El Estudio de Impacto Ambiental para la Construcción de la Segunda Calzada San Jerónimo – Santa Fe UF 2.1 Proyecto Autopista al Mar 1, elaborado por Consultoría Colombiana en el 2016 establece que el ahorro en tiempo se calcula como el valor del tiempo de una persona que en lugar de estar produciendo se está transportando. Ese ahorro de tiempo se logra gracias a las mejores condiciones de servicio que presta la vía y por lo tanto el correspondiente aumento en la velocidad promedio de transitarla. Se estima el ahorro de tiempo a partir del número de pasajeros promedio por tipo de vehículo y el factor de ocupación.

Los ahorros en tiempo de viaje se calcularon a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Ahorro en tiempo de viaje} = TDP * 365 * TP * T * VP$$

Dónde:

TPD: Tráfico promedio diario

TP: Total pasajeros

T: Tiempo de recorrido

VP: Valor promedio de la hora del pasajero expresado en salario mínimo/hora

Donde el tráfico promedio diario es aproximadamente de 40,137 vehículos y el total de pasajeros considerados está en función a la reducción del 20% del flujo vehicular. Igualmente se consideró el tiempo de recorrido de la población que será de aproximadamente 1 hora; y el valor promedio de la hora del pasajero estimado acorde a salarios mínimos estipulados por Ley en la República de Panamá.

En base a lo anterior, la reducción de los tiempos de traslados de personas en la zona está orientada a disminuir los tiempos de traslado al descongestionarse los puntos que a la fecha ocasionan el congestionamiento vehicular.

El resultado será que la congestión disminuirá, las velocidades aumentarán y el tiempo de viaje se reducirá. El ahorro generado por la reducción del flujo vehicular en la Línea 3 del Metro se ha cuantificado en 11,920,050 millones de balboas anuales.

- **ISO05 - Cambios en la demanda y eficiencia del transporte público**

La operación del Metro de Panamá en cuanto a su línea 3, proveerá una nueva opción de transporte público más eficiente para quienes en la actualidad utilizan otros medios de transporte, tanto públicos como privados, para trasladarse entre Panamá Oeste y la ciudad de Panamá.

De acuerdo con los estudios realizados por URS Holding, Inc. sobre la preferencia de los usuarios del transporte, el 15% se trasladará hacia el nuevo modo de transporte. Por lo anterior en la tabla siguiente se presentan los ahorros asociados a dicho cambio en los patrones de demanda y eficiencia del transporte público.

**Tabla N°11-15: Ahorros generados por los cambios en los patrones de demanda y eficiencia del Transporte público.**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR
Tráfico actual de Autobuses Albrook-Arraiján	Vehículos	3,898
Reducción del tráfico de buses por proyecto	Vehículos	(3898*15%)
Nuevo flujo de tráfico de Autobuses Albrook-Arraiján	Vehículos	3,313
Pasajeros Movilizados	Trabajadores	165,665
Tarifa promedio de transporte público		0.75
<b>Monto Recuperado Anual</b>		<b>B/.44,729,550</b>

Fuente: CSA Group Panamá Inc.

- **ISO15 – Generación de Empleos**

El proyecto tendrá influencia sobre el factor social de forma positiva, en todas sus fases y en cada uno de los componentes es el de empleo, éste se verá impactado positivamente ya que para el desarrollo de la obra se necesitará de mano de obra calificada y no calificada, lo cual permitirá a los pobladores de la zona tener opción de realizar labores en el proyecto, que permitirá mejorar la calidad de vida de la población.

Bien es cierto que el proyecto podría generar unos 1,700 empleos directos e indirectos, con salarios promedios entre B/.700.00 y B/.800.00-. Entre los empleos indirectos podemos señalar a los transportistas, pues su labor es de largo plazo, técnicos que realizarán el mantenimiento y supervisión para garantizar el buen funcionamiento de este. Asimismo, generará remuneraciones en la región a concesionarios que guarden relación con las actividades que desarrolle en el área de influencia del proyecto y de cuan exitoso sea el resultado de este.

Bien es cierto que el proyecto empleará 150 personas de manera directa durante la etapa de operación; más no se refleja de manera cuantificada todas aquellas que laborarán en el proyecto durante la etapa de construcción y todas aquellas personas entre concesionarios y contratistas que interactúan con las actividades del proyecto.

**Tabla N°11-16: Empleos directos e Indirectos durante la fase de construcción**

EMPLEOS	CANTIDAD	SALARIO MENSUAL PROMEDIO	MONTO ANUAL TOTAL
<b>Directos</b>	1,000	800.00	B/. 800,000
<b>Indirectos</b>	700	800.00	B/. 560,000
<b>Total</b>			<b>B/.1,360.000</b>

Fuente: CSA Group Panamá Inc.

Entre los empleos indirectos podemos señalar a los transportistas, pues su labor es de largo plazo, son un factor preponderante en el manejo y movimiento de la producción que llegará al proyecto. Asimismo, generará remuneraciones en la región a concesionarios que guarden relación con las actividades que desarrolle el proyecto y de cuan exitoso sea el resultado del mismo.

Se deberá contratar personal destinado a diversas actividades propias de la fase de construcción (limpieza y desarraigue, movimiento de tierra y la construcción de la estructura del puente), ya sea como mano de obra calificada o no calificada entre los que se encuentran ingenieros, arquitectos, albañiles, carpinteros, electricistas, motosierristas, conductores de equipo pesado, etc.

- **ISO16 – Estímulo a la Economía**

Con la llegada de la crisis sanitaria (COVID-19), también se agudizó en Panamá una crisis económica, generada principalmente, por medidas agresivas para frenar el avance de la enfermedad, que provocaron choques entre la oferta que originó restricciones de fuerza laboral y el cierre de negocios en distintos sectores; y la demanda que debido a los cierres y pérdidas de empleos generó una caída de la demanda agregada

Durante el 2020, la producción de bienes y servicios de la economía panameña presentó una caída del PIB de -17.9%, respecto al año anterior, disminuyendo en B/.7,724.1 millones de balboas, impactando las actividades relacionadas a los servicios personales, construcción, comercio, hoteles, restaurantes, servicios empresariales, industria, educación e intermediación financiera.

De acuerdo con datos suministrador por el Instituto de Estadísticas y Censo de la Contraloría General de la república el Producto Interno Bruto Trimestral (PIBT), en el segundo trimestre de 2021, presentó un incremento de 40.4% en el desempeño de la economía panameña, comparado con el período similar del año 2020.

El PIBT, valorado a precios del 2007 (en medidas de volumen encadenadas), registró un monto de B/.9,124.9 millones para el período estimado, que correspondió a un aumento de B/.2,627.8 millones cotejado con igual trimestre de 2020. Para el segundo trimestre de 2021, las medidas de mitigación y el proceso de vacunación han venido permitiendo que las autoridades sanitarias disminuyan o eliminen las restricciones establecidas para la contención de la pandemia, contribuyendo a que las actividades económicas iniciaran su proceso de recuperación. Muy distinto fue el comportamiento de las actividades económicas en igual período de 2020, cuando el impacto que generó la pandemia estuvo marcado por las restricciones de movilidad, cierre parcial y total de las operaciones de establecimientos y empresas en todo el país.

De las actividades relacionadas con la economía interna tuvieron desempeño positivo en este trimestre: la construcción, transporte y comunicaciones, el comercio, los servicios gubernamentales, salud, inmobiliarias y empresariales, otras comunitarias y personales, entre otros.

En el periodo enero a junio de 2021, el Producto Interno Bruto alcanzó un crecimiento acumulado de 10.0%. Mientras que el Valor Agregado Bruto de transporte, almacenamiento y comunicaciones en conjunto, registró un crecimiento de 29.8% explicado por las operaciones del Canal de Panamá, los puertos, transporte aéreo, transporte terrestre de pasajeros, tema relevante del presente EsIA, y las telecomunicaciones.

El proyecto “**Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá**” incrementará la economía local, debido al efecto multiplicador de la construcción. El monto total estimado de la inversión es de B/. 528,665,477.90 durante el tiempo que dure la construcción de la obra, que es de aproximadamente 5 años.

El efecto multiplicador del sector construcción<sup>12</sup> a nivel nacional es de 1.64; el cual nos indica que por cada balboa invertido hay un beneficio mayor, por lo tanto, el impacto sobre la economía es el siguiente:

$$\text{Proyecto} = \text{IE}_l * \text{M}_i * \text{EM}$$

en donde:

$\text{IE}_l$  = Impacto en la economía local que se considera = 60% de la inversión

$I_a$  = Inversión Anual = 105,733,096 balboas anuales

$\text{EM}$  = Efecto multiplicador Nacional para el sector Construcción = 1.64

Obteniéndose el siguiente resultado:

<sup>12</sup> Consejo Nacional de la Empresa Privada (CONEP), Propuesta del Sector Privado para la Reactivación Económica. Panamá, abril 2021

**Proyecto = 105,703,096 \* 1.64 \* 0.60 = 104,041,600 millones de balboas.**

El aporte a la economía local (regional) será de B/.104,041.6 millones de balboas anuales, con un total de 520,206.8 millones de balboas durante la construcción y adecuación del proyecto, el cual se espera que se ejecute en aproximadamente 5 años. En cuanto a la etapa de operación se espera que el mismo genere unos B/.585,917,575 millones de balboas a la economía regional durante los quince (15) años proyectados.

Dentro del incremento en la economía local y regional, también se consideran otros aspectos que van ligado a la generación de empleo, tanto en la fase de construcción y como en la etapa de operación; así como también empleos indirectos como los transportistas, pues su labor es de largo plazo y son un factor preponderante en el manejo y movimiento de la producción que llegará al proyecto. Asimismo, generará remuneraciones en la región a concesionarios que guarden relación con las actividades que desarrolle el proyecto y de cuan exitoso sea el resultado del mismo.

Otros aspectos que se han considerado dentro de este punto son los relacionados a las cargas impositivas tributarias a nivel municipal; además de la compra de materiales e insumos requeridos para la realización de la actividad propia del proyecto.

El efecto multiplicador de la inversión en el sector construcción, hace que el proyecto genere otros impactos económicos y sociales que resultan valiosos a las comunidades, tales como:

- **ISO14 – Incremento en la Demanda de Bienes y Servicios**

La etapa constructiva provocará un aumento, debido a la necesidad de insumos requeridos para la construcción acero, cemento, agregados, herramientas, equipos, repuestos, vehículos, maquinaria, papel, productos químicos; servicios de transporte privado, de seguridad de instalaciones y proveedores especializados, servicios de saneamiento y recolección de residuos y manejo de desechos peligrosos, servicio de manejo de aguas servidas, servicios de baños químicos, servicio de mantenimiento de

aires acondicionados, servicios de monitoreos de aguas, aire y ruido por laboratorios especializados, ensayos y pruebas especiales de control, servicios de asesoría de empresas, universidades e instituciones, servicios de atención de salud inmediata, servicios de seguros contra accidentes de trayecto y accidentes laborales. servicios bancarios y contables. servicio de banda radial y telecomunicaciones, servicio de mantenimiento de equipos ofimáticos y electrónicos, servicios de courier nacional e internacional, servicio de arriendo de equipos y maquinaria; servicios de hospedaje, arriendo de oficinas y eventos corporativos.

- **ISO10 - Cambio en el Valor de la Propiedad del Entorno**

Fue considerado como un impacto potencial durante la etapa de operación, además que fue categorizado como socio- económico, es necesario indicar que tal como se menciona en el Cap. 11 del EsIA del proyecto presentado, se utilizan precios de mercado, toda vez el catastro inmobiliario es un registro llevado por la administración del estado, en el cual se describe el valor total de un inmueble, que en Panamá es otorgado por la Autoridad Nacional de Tierras (ANATI) para su registro y correspondiente tasar el impuesto de bien inmueble ante la Dirección General de Ingresos (DGI) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). En nuestro caso, dependiendo de las condiciones económicas y el crecimiento del área donde se ejecutará el proyecto y se encuentra el inmueble, el valor catastral puede elevarse anualmente alrededor del 5% al 20%. Cabe señalar que éste valor es conocido como plusvalía que es el beneficio que obtienen los propietarios como resultado de una diferencia positiva entre el precio al que se compró el inmueble y el precio de su venta en una operación o transacción económica, debido a las mejoras del entorno donde se emplaza la propiedad a través del tiempo debido a diferentes factores como la accesibilidad, la ubicación dentro del entorno urbano, los servicios e infraestructura, el valor urbano y el arquitectónico.

En lo que respecta a este punto el proyecto “Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá, beneficiará aproximadamente a más de 10,000 viviendas elevando la

plusvalía de las propiedades del área. Para ello, hemos considerado los cambios en el uso de suelo.

**Tabla N°11-17:Valoración Económica de cambios en el uso del suelo por valor del metro cuadrado.**

INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD/VALOR
Valor actual de m <sup>2</sup> de tierra	B./.	200.00
Valor futuro de m <sup>2</sup> de tierra	B./.	500.00
Área del proyecto valorizada	m <sup>2</sup>	200,162
Valor actual de la propiedad	B./.	40,032,400.00
Valor futuro de propiedad comercializable	B./.	100,081,000.00
<b>Beneficio por revalorización área comercial</b>	B./.	<b>60,048,600.00</b>

*Elaborado por: CSA Group Panamá Inc. en base a datos proporcionados por MPSA*

- ISO08 - Cambios de uso de suelo.**

Debido a la pérdida de vegetación y de biomasa, derivada de las actividades durante la etapa de construcción se reasignarán usos a superficies que actualmente son de valores naturales, residenciales o comerciales. Adicionalmente, durante la etapa de operación se realizarán reasignaciones de usos de suelo, ya que posiblemente se generarán nuevos negocios y espacios adicionales para estacionamiento. Para ello, se han considerado algunas medidas de mitigación, tales como:

- Iniciar el contacto con los posibles afectados temporales o permanentes, aportando alternativas de solución a las afectaciones por cambios en los usos de suelo.
- Implementar un Plan de Reasentamiento, Compensación y Asistencia Social para posibles afectados por el proyecto.
- Utilizar los espacios destinados a la construcción, sin afectar áreas adyacentes.
- Desarrollar una arquitectura paisajística alrededor de las estaciones que integre los usos del Metro con los usos urbanos, facilitando la inserción de las zonas de transición entre ambos (aceras, estacionamientos, intercambiadores), a los requerimientos de la ciudad.

## 11.2.2. Costos Económicos Sociales

### • Generación de Residuos y Desechos

Implementar un manejo adecuado de los desechos sólidos y líquidos resultantes de las operaciones del proyecto, para evitar riesgos sobre la salud pública y la contaminación del suelo, aire, agua y contaminación visual por una incorrecta disposición de estos, se establecieron en el Plan de Manejo Ambiental, algunas medidas preventivas y de mitigación, entre las cuales podemos señalar:

- Disponer de tanques con bolsas plásticas para la recolección de los desechos sólidos. Posteriormente, los desechos serán trasladados para su adecuada disposición final.
- Brindar charlas a todo el personal del correcto manejo de los residuos y/o desechos generados en el proyecto.
- Instalar baños móviles estratégicamente en los frentes de trabajo, para que sean utilizadas por los trabajadores.
- Instalación de rótulos con mensaje ambiental para prevenir que no se arroje basura al río.
- Prohibir el lavado de la maquinaria y equipo en los cursos de agua

Es importante señalar que el valor económico de este impacto no fue considerado en el análisis costo-beneficio, toda vez fueron establecidas en el capítulo 10 del Estudio de Impacto Ambiental, a través de los costos de gestión ambiental.

Sin embargo la disposición inadecuada de escombros, también es una problemática ambiental urbana que se relaciona no sólo con la invasión de espacio público y destrucción de ecosistemas, sino que también por inconvenientes presentados en los sistemas de acueductos y alcantarillados por las obstrucciones que pueda ocasionar. Es importante que los generadores de escombros o residuos de construcción o demolición, revalúen la estrategia de contratar un servicio para deshacerse de estos desechos, puesto que generalmente son vertidos o arrojados en forma inescrupulosa a las zonas verdes, vías públicas y áreas recreativas. Es por ello que para valorar económicoamente

éste impacto hemos considerado el método de transferencia de bienes del Estudio realizado sobre “Valoración Económica del manejo integral de los residuos sólidos de la Ciudad de Lambaré, Departamento Central, Paraguay, realizado en 2010, donde se obtuvo la disponibilidad a pagar, cuyo resultado fue de GS.18,829, que convertido a dólares estadounidenses representa un valor de B/.2.72 del monto actual de pago, que multiplicado por el total de las viviendas de los o grupos de población. Las proyecciones se realizaron tomando en cuenta la población de los corregimientos de Ancón, Curundú, Arraiján y Veracruz, se obtiene un valor económico para éste tipo de residuos sólidos y líquidos.

#### • **Generación de Efluentes Sanitarios**

Los efluentes sanitarios son aquellos que proceden de los baños, aseo y limpieza, tienen similares características a las aguas residuales de origen doméstico.

Durante la etapa constructiva se contará con la contratación de una elevada cantidad de personas que estarán laborando las 24 horas en formato de turnos durante el periodo que dure la construcción del proyecto. Esto implica que en el proyecto se generarán caudales de efluentes sanitarios de forma continua. Si ocurriese la descarga de los efluentes en drenajes de aguas naturales puede causar problemas de contaminación afectando seriamente la vida de los ecosistemas. La temperatura del efluente al ser más elevada en caso de llegar sin modificación al sitio de disposición final provocaría alteraciones en el medio acuático.

Es importante señalar que el valor económico de este impacto no fue considerado en el análisis costo-beneficio, toda vez ya fue considerado en el impacto de Generación de Residuos y Desechos. Además, fueron considerados en el capítulo 10 del Estudio de Impacto Ambiental, a través de los costos de gestión ambiental y sus respectivas medidas de mitigación.

- **Cambios en la Propiedad del Suelo**

En el estudio de impacto se afectarán propiedades privada, por la construcción de la estación Balboa, en donde se realizarán demoliciones de algunas edificaciones, algunas propiedades de la Autoridad del Canal de Panamá (ACP), por lo cual se deberá reubicar las oficinas existentes.

También se realizará la expropiación del local comercial Balboafoodcourt, ubicado en la intersección de la Av. Ascanio Arosemena con la Av. John F. Steven, esta acción posiblemente genere malestar e inconvenientes con los actuales propietarios del local, además se verán afectados los empleados de manera directa, ya que cerrar y reubicar el local afectará la continuidad del negocio. También están los posibles problemas percepción negativa ya que el simple hecho de reubicarse puede afectar los hábitos de movilidad desde sus hogares al lugar de trabajo en cuanto a la distancia de recorrido y al tiempo empleado para dicho traslado. No obstante, es importante señalar que el valor comercial de la tierra en esta región oscila entre los B/.11.00 y los B/.15.00 balboas el metro cuadrado a precio de mercado en las áreas de influencia del proyecto. Es por ello, que para este tema se calcularon costos por pérdida de potencial del terreno en B/.11.00 el metro cuadrado para 84 hectáreas, lo que representa un valor anual de B/.420,000.00-.

Como no se cuenta con las dimensiones de cada uno de los inmuebles que se afectarán para poder determinar el valor de las propiedades se consideró como una primera aproximación el valor catastral, con que se cuenta en la región para dichas propiedades, estimándose dicho valor por el orden de los \$ 8,000.00 (ocho mil dólares) cada una, desde este punto de vista, la valoración sería de alrededor de \$ 88,000.00 (ochenta y ocho mil dólares).

- **ISO12 - Incremento de la Probabilidad de afectaciones a la salud de la población**

Para el cálculos de accidentes ocurridos a terceros presente documento se tomó como dato principal los indicadores de salud que maneja el Banco Mundial para el período

2011-2015 sobre los gastos de salud desembolsados por un paciente (% del gasto privado de salud), que es de B/.83.20 (año 2014), en los cuales se consideran las gratificaciones y los pagos en especie a los médicos y proveedores de fármacos, dispositivos terapéuticos y otros bienes y servicios destinados principalmente a contribuir a la restauración o la mejora del estado de salud de individuos o grupos de población. Las proyecciones se realizaron tomando en cuenta sólo el 10% de la población del área directa de influencia del proyecto y los gastos desembolsados por pacientes, toda vez los costos asociados con los accidentes que podrían desarrollarse a causa de los trabajos que se realicen por el proyecto.

- **ISO01 - Cambios en el Tráfico Vehicular (Congestionamiento)**

Por ser una vía muy transitada y donde actualmente se dan situaciones de congestionamiento vehicular en distintos momentos del día, también implica que, al realizar trabajos que requieran desvíos, se generen situaciones que puedan agravar el congestionamiento, o generarla en momentos donde no sucede actualmente, hemos procedido a calcular el valor económico por congestionamiento vehicular, para lo cual hemos considerado realizar la evaluación económica Aumento del Congestionamiento Vehicular.

Para ello, hemos utilizado el estudio “El costo y la percepción en la sociedad por congestión vehicular causada por el transporte público urbano en la ciudad de Ambato, Ecuador”, realizado durante el 2019, el cual determina el costo social que genera la congestión vehicular y se realiza un análisis de la perspectiva de los usuarios frente a esta problemática, aplicándose un modelo matemático que permite calcular el costo social que cada uno de los usuarios de transporte urbano deben pagar por la congestión vehicular en la ciudad de Ambato.

La congestión vehicular es un fenómeno que afecta a miles de ciudades alrededor del mundo, debido al constante crecimiento de zonas urbanas y al aumento de la necesidad de la población para transportarse; los resultados de dicha investigación establecen el costo social que los usuarios de transporte urbano deben asumir por causa de la

congestión vehicular y lo calculan en USD 27.20 anual, es decir, USD 2.27 mensuales, dato que hemos interpolado para el área de influencia directa del presente proyecto conformada por la población de los corregimientos de Ancón, Curundú, Arraiján y Veracruz, que es de 31,165 habitantes de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Censo de Panamá.

• **ISO09 – Afectación de infraestructuras y Bienes Inmuebles**

Este impacto fue categorizado como socio- económico, por lo tanto, es necesario indicar que tal como se menciona en el presente Cap. 11 del EsIA. En lo que respecta a este punto este impacto fue considerado dentro de los costos de gestión ambiental, en donde se han considerado algunas medidas que garantizará una comunicación efectiva y asertiva entre los propietarios de los predios afectados y las autoridades gubernamentales, responsables del proyecto. Entre las medidas establecidas podemos mencionar:

- Coordinar y comunicar a los dueños de las propiedades que bordean el alineamiento, cualquier actividad que pueda causarle algún perjuicio a su propiedad
- Establecer la coordinación y solicitar mediación en caso de que se requiera con el MPSA para cualquier afectación del proyecto sobre los predios vecinos.
- Restaurar las viviendas que puedan ser afectadas durante la construcción.

Por otro lado, tiene aspectos positivos que fueron considerados en la dinamización de la economía local, toda vez una mejora al entorno potencia la plusvalía de los previos aledaños al desarrollo del proyecto.

• **ISO11- Afectación a Sitios Arqueológicos Desconocidos**

En cuanto al patrimonio arqueológico, se encontraron restos de cerámica Precolombina (Pasta roja y Ante, sin decoración) en el área de proyección del campamento N° 2 en el lado Oeste del canal durante la realización de los estudios de línea base del proyecto.

Durante las actividades de remoción de la capa vegetal y del suelo se podrían encontrar fósiles y restos arqueológicos, los cuales resultarán afectados por la maquinaria pesada

que se usará para realizar dichas actividades, en el caso del uso de la tuneladora se podrían afectar restos fósiles contenidos en el material de la Lama del Pacífico que atravesará la tuneladora en la ruta de excavación del túnel.

• **Mejora a la infraestructura pública**

Este impacto no fue cuantificado (valoración económica), sin embargo, si fue considerado dentro de los costos de gestión ambiental, incluidos en el Cap. 10 de éste EsIA, con el cual se espera atender las inquietudes y quejas de la comunidad.

Para ello se han establecido algunas acciones a realizar, entre las que podemos señalar:

- Instrucción y capacitación a los trabajadores sobre el comportamiento o conducta a seguir en los horarios de trabajo para evitar la afectación a los residentes.
- Establecer sanciones a los trabajadores por conductas inapropiadas con la comunidad.
- Establecer coordinación y comunicación previa a cada uno de los propietarios de las infraestructuras que van a ser afectadas por el proyecto de las acciones a ser tomadas, y que cuentan con la aprobación del Ministerio de Obras Públicas.
- Atención personalizada en busca de soluciones viables para la solución o attenuación de los inconvenientes que manifiestan.

• **ISO04 - Afectación a la infraestructura de la red vial (accesos, paradas).**

La realización del proyecto, el desarrollo de las actividades constructivas obligará a modificar la infraestructura de esta la red vial de forma temporal y durante su operación se percibirá positivamente las mejoras al flujo vehicular. Para ello, se han considerado medidas de mitigación, entre las cuales podemos mencionar:

- Afectación a la infraestructura de la red vial (accesos, paradas)
- Desarrollar e implementar un Plan de Manejo de Tráfico, incluyendo los desvíos planificados, el cual deberá ser aprobado por la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre.
- Coordinar la ejecución del plan con la ATTT y el Ministerio de Obras Públicas (MOP).

- Señalar, durante el tiempo que duren las obras, todas las redes de servicio vial afectadas por las obras del Metro.
- Cumplir con la conceptualización del plan general para el manejo de desvíos durante la construcción.
- Las rutas que se establezcan para el transporte de materiales deberán estar debidamente señalizadas y los camiones deberán contar con la respectiva lona para cubrir los materiales e insumos transportados.
- Establecimiento y gestión de un plan de desvíos que incluya la habilitación de servidumbres, colocación de puentes y una programación de las actividades constructivas.
- Reestructurar el recorrido de las rutas de transporte público en correspondencia con las limitaciones viales que imponga la obra.
- Contemplar los elementos y dispositivos necesarios para dar la seguridad y accesibilidad para la circulación peatonal.
- Evitar las restricciones innecesarias en las vías de circulación.
- Ejecutar, de preferencia, trabajos nocturnos en las áreas en que pudieran ocurrir interrupciones viales, cuidando de no perturbar a la población residente.
- El Contratista deberá reconstruir las estructuras viales afectadas durante la obra.

- **Incremento en la demanda de servicio de transporte por los trabajadores.**

Se estima durante la etapa de construcción un aumento en la demanda del actual servicio de transporte público que opera en el área de influencia del proyecto, debido a la masa laboral que generará el proyecto. Este impacto social no fue considerado de manera individual, ya que se consideró dentro de la dinamización a la economía nacional.

- **Incremento en el riesgo de siniestros viales**

Este impacto se dará durante la etapa de construcción, por lo cual no fue considerada su valoración económica. No obstante, si fue considerado dentro de los costos de gestión ambiental incluidos en el Capítulo 10.

Igualmente se han establecido algunas consideraciones técnicas para minimizar la incomodidad de la población afectada, y los riesgos de accidentes de los trabajadores y los usuarios del camino existente. Para ello se han considerado las siguientes medidas de mitigación para el manejo del Tráfico Vehicular:

- Realizar las labores de manera que se interrumpa en lo mínimo el tráfico vehicular.
- Mantener habilitado mientras se realice la construcción del puente y los cuatro cajones pluviales.
- Mantener las señalizaciones diurnas y nocturnas adecuadas en cada frente de trabajo, considerando las distancias establecidas por el MOP.
- Utilizar banderilleros para el manejo del tránsito en los puntos donde las condiciones topográficas interfieran en la visibilidad de los usuarios de la vía.
- Se debe colocar barreras restrictivas para el paso peatonal en las proximidades de las áreas de trabajo. En las áreas de paso obligatorio, se tendrá que habilitar pasos peatonales seguros.

#### • Costo de la Gestión Ambiental

El Costo de la Gestión Ambiental estimado en el Capítulo 10 es el siguiente:

**Tabla N°11-18: Costos de Gestión Ambiental**

PLANES / PROGRAMAS	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (B/.)
<b>Plan de Mitigación</b>				
<b>Programa de Protección de suelos</b>	Barreras de retención de sedimentos con geotextil.	25,000 m <sup>2</sup>	B/. 12.50/m <sup>2</sup>	325,000.00
<b>Programa Protección de la calidad del agua superficial</b>	Booms absorbentes de petróleo y barreras flotantes	2,500 mL	B/. 10,000.00 / Km	25,000.00
<b>Plan de Protección de Flora</b>	Kits de emergencias ambientales	12	B/. 850.00 c/u	10,200.00
	Elaboración del Plan de Reforestación	1	B/. 3,500.00	3,500.00
	Inventario Forestal	49.11 ha	B/. 1,200/ha	58,932.00
	Implementación del Plan de Reforestación	49.11 ha	B/. 7,500.00/ha	368,325.00
<b>Indemnización Ecológica</b>	Mantenimiento a 5 años (cuatrimestral)	15	B/. 30,550.00 / cuatrimestre	458,250.00
<b>Indemnización Ecológica</b>	Bosque Secundario Maduro	11.21 ha	B/. 5,000.00/ha	56,050.00

PLANES / PROGRAMAS	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (B./.)
<b>Plan de Protección de fauna</b>	Bosque Secundario intermedio	37.90 ha	B/. 3,000.00/ha	113,700.00
	Herbazales	34.44 ha	B/. 500.00/ha	17,220.00
	Área verde urbana	8.75 ha	B/. 500.00/ha	4,375.00
	Área con árboles dispersos (incluido en costos de rastrojo)	1.00 ha	B/. 500.00/ha	500.00
<b>Plan de Educación Ambiental</b>	Elaboración del Plan de rescate y reubicación de fauna y flora	1	B/. 3,500.00	2,500.00
	Implementación del plan de rescate y reubicación de fauna y flora	49.11 ha	B/. 4,000.00/ha	196,440.00
	Colocación de letreros informativos ambientales (delimitación de áreas boscosas, prohibición de caza y pesca, buenas prácticas ambientales, etc)	10	B/. 150.00 c/u	1,500.00
<b>Plan de Gestión Socioeconómica e Histórico - Cultural</b>	Elaboración del plan de Rescate Arqueológico	1	B/. 2,500.00	2,500.00
	Divulgación del alcance del proyecto, del sistema de contrataciones de mano de obra directa.	10 localidades	B/. 100.00 c/u	1,000.00
	Notificación de actividades del proyecto, inicios de obras, cierres parciales y otras actividades que intervengan directa o indirectamente con la población.	10 localidades	B/. 100.00 c/u	1,000.00
<b>Riesgos</b>	Colocación de letreros y avisos de seguridad, advertencias y señalizaciones de actividades de obras.	10 localidades / 2 letreros	B/. 150.00	3,000.00
	Saneamiento de Áreas con Municiones no Detonadas	9.9 Ha	B/. 50,000.00 / ha	495,000.00
<b>Plan de Monitoreo Ambiental</b>				
<b>Seguimiento Ambiental</b>	Informes semestrales de seguimiento ambiental durante la construcción.	8 informes	B/. 5,000.00 / año	20,000.00

<b>PLANES / PROGRAMAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL (B./.)</b>
	Informe semestral de seguimiento ambiental, el primer año de operación	2 informes	B/. 5,000.00 / año	5,000.00
	Informe anual de seguimiento ambiental, el segundo año de operación	1 informes	B/. 5,000.00 / año	5,000.00
<b>Monitoreo de la Calidad de Agua Superficial</b>	Monitoreo semestral de calidad de agua superficial, 4 puntos - Etapa de construcción	4 años	B/. 15,269.60 / año	61,078.40
	Monitoreo semestral de calidad de agua superficial – El primer año de operación	1 año	B/. 15,269.60 / año	15,269.60
	Monitoreo Anual de calidad de agua superficial - Etapa de operación, 2do año	1 año	B/. 15,269.60 / año	15,269.60
<b>Monitoreo de la Calidad del Agua Marina</b>	Monitoreo de calidad de agua marina, 6 puntos, semestral durante la fase de construcción	6	B/.68,713.20 / año	274,852.80
	Monitoreo de calidad de agua marina, 6 puntos, semestral durante el primer año de operación	6	B/.68,713.20 / año	68,713.20
	Monitoreo de calidad de agua marina, 6 puntos, anual durante el 2do año de operación	6	B/. 34,356.60 / año	34,356.60
<b>Monitoreo de Aguas Subterráneas</b>	Semestral durante la construcción. 2 puntos, 3 profundidades	6	B/.16,488.00 / año	65,952.00
	Semestral el primer año de operación. 2 puntos, 3 profundidades	6	B/.16,488.0,0 / año	16,488.00
	Anual el segundo año de operación. 2 puntos, 3 profundidades	6	B/. 8,244.00	8,244.00
<b>Monitoreo de la calidad del Aire</b>	Al inicio de la obra. (Receptores y áreas de trabajo)	10 sitios	B/. 20,057.60 / año	10,028.80
	Semestral durante la construcción. (Receptores y áreas de trabajo)	10	B/. 20,057.60 / año	80,230.40
	Semestral durante el primer año de operación. (Receptores)	10	B/. 20,057.60 / año	20,057.60

<b>PLANES / PROGRAMAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL (B./.)</b>
	Anual durante el segundo año de operación. (Receptores).	10	B/. 10,028.80 / año	10,028.80
<b>Monitoreo de Fuentes Móviles</b>	Medición de emisiones vehiculares 10 vehículos o maquinarias (frentes de trabajo activos) Anual durante la construcción	10	B/. 16,000.00 / año	16,000.00
<b>Monitoreo de Niveles de Ruido (laboral y ambiental)</b>	Monitoreo semestral de ruido laboral - Etapa de construcción	10 colaboradores	B/. 3,000.00 / año	12,000.00
	Monitoreo inicial de ruido, (10 sitios, receptores sensibles).	10	B/. 3,000.00 / año	1,500.00
	Monitoreo de ruido, semestral durante la construcción (10 sitios, receptores sensibles).	10	B/. 3,000.00 / año	12,000.00
	Monitoreo de ruido, semestral durante el primer año de operación (10 sitios, receptores sensibles).	10	B/. 3,000.00 / año	3,000.00
	Monitoreo de ruido, anual durante el segundo año de operación (10 sitios, receptores sensibles).	10	B/. 3,000.00 / año	1,500.00
<b>Monitoreo de niveles de vibración (laboral y ambiental)</b>	Monitoreo semestral de vibración laboral (operadores de equipos pesados) - Etapa de construcción.	10 operadores de equipo pesado	B/. 5,000.00 / año	20,000.00
	Monitoreo inicial de Vibraciones Ambientales en diez sitios conformados por el alineamiento y receptores sensibles.	10	B/. 3,400.00 /año	1,700.00
	Monitoreo semestral de vibraciones en el alineamiento - construcción.	10	B/. 3,400.00 /año	13,600.00
	Monitoreo semestral de vibraciones en el alineamiento - primer año de operación.	10	B/. 3,400.00 /año	3,400.00
	Monitoreo Anual de vibraciones en el alineamiento - segundo año de operación.	10	B/. 3,400.00 /año	1,700.00

<b>PLANES / PROGRAMAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL (B./.)</b>
<b>Monitoreo de Calidad de suelos</b>	Monitoreo semestral de calidad de suelos en 11 puntos - Construcción.	11	B/. 12,567.28 / año	50,269.12
	Monitoreo semestral de calidad de suelos en 11 puntos - Primer año de operación.	11	B/. 12,567.28 / año	12,567.28
	Anual durante el segundo año de operación. 11 puntos	11	B/. 12,567.28 / año	6,283.60
<b>Monitoreo de Sedimentos Marinos</b>	Semestral durante la construcción. 6 puntos en el cauce del Canal de Panamá.	6	B/. 8,940.00 / año	35,760.00
	Semestral durante el primer año de operación. 6 puntos en el cauce del Canal de Panamá.	6	B/. 8,940.00 / año	8,940.00
	Anual durante el segundo año de operación. 6 puntos en el cauce del Canal de Panamá.	6	B/. 8,940.00 / año	4,470.00
<b>Monitoreo de Efluentes</b>	Semestral durante la fase de construcción: Descargas de: aguas de infiltración del túnel; - baños fijos (de utilizarse); sistemas de tratamiento y separador de materiales, planta de concreto u otros	6	B/. 12,000.00 /año	48,000.00
	Semestral el primer año de operación: Descarga de efluentes proveniente de los baños de la Estación Subterránea Balboa; descarga de agua de infiltración en el túnel	7	B/. 14,000.00 /año	14,000.00
	Anual el segundo año de operación: Descarga de efluentes proveniente de los baños de la Estación Subterránea Balboa; descarga de agua de infiltración en el túnel	7	B/. 14,000.00 /año	7,000.00
<b>Recursos Humanos</b>				
<b>Equipo Gestor</b>	Supervisor ambiental	4 años	B/. 30,000.00 / año	120,000.00
	Gestor social	4 años	B/. 21,600.00 / año	86,400.00

PLANES / PROGRAMAS	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (B./.)
	Técnico ambiental	4 años	B/. 18,000.00 / año	72,000.00
	Técnico Social	4 años	B/. 18,000.00 / año	72,000.00
<b>Costo Total</b>				<b>3,480,112.20</b>

Fuente: CSA Group Panamá, Inc.

La incorporación de la valoración monetaria del impacto ambiental en el flujo de fondo neto se realiza con el fin de poder destacar la importancia relativa de todos los aspectos relacionados con el proyecto, a fin de garantizar la ejecución del proyecto, considerando el valor de los recursos y las medidas de mitigación.

### 11.3. Cálculos del VAN.

Para computar los más importantes de estos indicadores el dato fundamental es la sucesión de valores anuales de ingresos y gastos totales, cuyas diferencias constituyen el ingreso neto anual positivo o negativo del proyecto, ya sea por sus valores tomados de año en año o acumulados, este dato permite computar la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto, el Valor Neto Actualizado (VNA) de sus ingresos y la Relación Beneficio/Costo.

#### 11.3.1. Flujo de costos y beneficios

El análisis del cuadro de fuentes y usos permite llegar a los cálculos de los coeficientes e indicadores característicos de los resultados financieros del proyecto. Para computar los más importantes de estos indicadores el dato fundamental es la sucesión de valores anuales de ingresos y gastos totales, cuyas diferencias constituyen el ingreso neto anual positivo o negativo del proyecto, ya sea por sus valores tomados de año en año o acumulados, este dato permite computar la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto, el Valor Neto Actualizado (VNA) de sus ingresos y la Relación Beneficio/Costo.

Con uno y otro de estos indicadores se tiene un dato sintético de toda la vida financiera del proyecto, que toma en cuenta la cronología del movimiento de caja e introduce la consideración de una escala de preferencia en relación con el tiempo tomado como variable económico-financiero.

Es importante señalar que el flujo de fondo del proyecto se compone de tres (3) elementos: los egresos iniciales que incluyen el capital de trabajo calculado; los ingresos y egresos de operación; el momento en que ocurren éstos; y el valor de desecho o salvamento del proyecto.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede observar que el flujo de fondos netos acumulado se torna positivo a partir del 7mo. año, por lo que se comienza a recuperar el capital invertido.

#### **11.3.2. VAN y razón costo beneficio ambiental del proyecto**

El flujo proyectado a quince (15) años, arroja los siguientes criterios de evaluación con su correspondiente análisis de sensibilidad:

- Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE):**

Mide la rentabilidad económica bruta anual por unidad monetaria comprometida en el proyecto; bruta porque a la misma se le deduce la tasa de social de descuento anual del capital invertido en el proyecto.

El Flujo Proyectado a quince (15) años, representa una Tasa Interna de Retorno de 20.04%, la cual nos señala la eficiencia en el uso de los recursos y la misma se mide con el costo del capital invertido para determinar si es o no viable ejecutar la inversión, es decir, la tasa de actualización que hace que los flujos netos obtenidos se cuantifiquen a un valor actual igual a 0.

En el caso del proyecto **Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá**, la TIR resultante nos demuestra que el proyecto se puede ejecutar; puede cubrir los compromisos financieros y aportar un adecuado margen de utilidad privada y un aporte significativo al crecimiento económico del país, ya que fortalecerá la capacidad del sistema integrado nacional para brindar un mejor servicio.

- **Valor Actual Neto Económico (VANE):**

En cuanto al Valor Actual Neto Económico al contrario de la TIR cuantifica los rendimientos de una inversión al valor presente utilizando como tasa de actualización de corte, es decir determina al día de hoy cuál sería la ganancia en determinada inversión a determinada tasa de interés. En este caso la ganancia sería de B/.388,387,962 con una tasa de descuento del 10%.

En el proyecto bajo análisis, el Valor Neto Actual o Valor Presente Neto indica que la diferencia entre los flujos netos positivos y negativos, representan un saldo positivo de 6,429,503 balboas al día de hoy, es decir el proyecto a partir de su quinto año está en capacidad de cubrir la inversión, ya que los ingresos superan los costos, dando como resultado una mayor proporción de flujos netos positivos.

- **Relación Beneficio Costo:**

Mide el rendimiento obtenido por cada unidad de moneda invertida y se obtiene dividiendo el valor actual de los beneficios brutos entre el valor actual de los costos brutos, obtenidos durante la vida útil del proyecto. Para el proyecto en análisis se logró una Relación Beneficio/Costo de 1.46, es decir, refleja que por cada dólar invertido en la operación del proyecto se obtienen 0.46 centavos de beneficio social, lo que nos indica que el mismo tiene una buena viabilidad económica, toda vez los ingresos superan los costos en cada dólar que se invierte en las actividades y operaciones normales del proyecto y que tienen un impacto económico a la sociedad en su conjunto y como se ha señalado con anterioridad, permitirá el mejoramiento de la capacidad integral del sistema.

**Tabla N°11-19:Criterios de Evaluación con Externalidades**

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	VALORES
Tasa Interna de Retorno (TIR)	20.04%
Valor presente Neto (VAN)	388,387,962
Relación Beneficio-Costo	1.46

Fuente: CSA Group Panamá Inc.

### 11.3.3. Opinión técnica

En nuestra opinión **Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá** Realizará una actividad de crédito que está sumamente desarrollada en Panamá, y que pese a la crisis sanitaria y económica que azota al país en estos momentos, en Panamá se revela que el público seguirá demandando soluciones por una mejora en el transporte público nacional.

Partiendo de la realidad anterior el proyecto **Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá** puede lograr un éxito significativo en nuestro mercado, por lo que el éxito de la inversión que es de B/.477,898,120 millones de balboas exige tomar decisiones de riesgo: sobre el abandono de lo viejo y la innovación de lo nuevo, sobre el equilibrio entre la rentabilidad inmediata y la participación en el mercado, así como el bienestar de la sociedad en su conjunto, tomando en consideración la posición geográfica del país; el aprovechamiento de las nuevas tendencias, así como también la migración en Panamá, que en estos momentos ha tomado un gran auge debido a las políticas sectoriales que se han venido desarrollando durante la actual Administración de Gobierno.

Por lo anteriormente expuesto, podemos concluir que, del análisis de rentabilidad socioeconómica y ambiental, se han obtenido el Flujo de Fondos Netos, el cual indica una rentabilidad que refleja una TIR en 22.31%; con B/.477,898,120 de Valor Presente Neto y una Relación Beneficio/Costo de 1.63. Los indicadores de evaluación socioeconómica ambiental permiten recomendar la ejecución del Proyecto, como una alternativa positiva para contribuir al desarrollo de la actividad en el país y apalancar la demanda en crecimiento que aún no ha sido totalmente satisfecha.

**Tabla N°11-20: Flujo de Fondo Neto para la Evaluación Económica con Externalidades Proyecto: “Cruce de la Línea 3 por debajo del Canal de Panamá” (en millones de balboas)**

CUENTAS	HORIZONTE DEL PROYECTO (AÑOS)																LIQUID.
	INVERS.	AÑOS DE OPERACION															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>FUENTES DE FONDOS</b>																	
Ingresos Totales		37,079,813	37,079,813	37,079,813	37,079,813	37,079,813	39,983,625	39,983,625	39,983,625	39,983,625	39,983,625	42,025,500	42,025,500	42,025,500	42,025,500	42,025,500	
Valor de rescate																	352,443,652
Externalidades Sociales		109,895,186	109,895,186	109,895,186	109,895,186	109,895,186	112,752,537	112,752,537	112,752,537	112,752,537	112,752,537	114,761,742	114,761,742	114,761,742	114,761,742	114,761,742	
Incremento de la Economía local		36,486,536	36,486,536	36,486,536	36,486,536	36,486,536	39,343,887	39,343,887	39,343,887	39,343,887	39,343,887	41,353,092	41,353,092	41,353,092	41,353,092	41,353,092	
Generación de Empleo		1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	
Reducción del tiempo de traslado		11,920,050	11,920,050	11,920,050	11,920,050	11,920,050	11,920,050	11,920,050	11,920,050	11,920,050	11,920,050	11,920,050	11,920,050	11,920,050	11,920,050	11,920,050	
Cambios en los patrones de demanda y eficiencia del transporte público		44,729,550	44,729,550	44,729,550	44,729,550	44,729,550	44,729,550	44,729,550	44,729,550	44,729,550	44,729,550	44,729,550	44,729,550	44,729,550	44,729,550	44,729,550	
Plusvalía de Propiedades Privadas		60,048,600	60,048,600	60,048,600	60,048,600	60,048,600	60,048,600	60,048,600	60,048,600	60,048,600	60,048,600	60,048,600	60,048,600	60,048,600	60,048,600	60,048,600	
Externalidades Ambientales		488,420	2,621,474	2,621,474	2,621,474	2,621,474	2,621,474	2,621,474	2,621,474	2,621,474	2,621,474	2,621,474	2,621,474	2,621,474	2,621,474	2,621,474	
Servicio Ambiental por revegetación (Restauración y/o Recuperación del Área)			2,133,054	2,133,054	2,133,054	2,133,054	2,133,054	2,133,054	2,133,054	2,133,054	2,133,054	2,133,054	2,133,054	2,133,054	2,133,054	2,133,054	
Costos Evitados de Gases Contaminantes		488,420	488,420	488,420	488,420	488,420	488,420	488,420	488,420	488,420	488,420	488,420	488,420	488,420	488,420	488,420	
<b>TOTAL DE FUENTES</b>	<b>0</b>	<b>147,463,419</b>	<b>149,596,473</b>	<b>149,596,473</b>	<b>149,596,473</b>	<b>149,596,473</b>	<b>155,357,636</b>	<b>155,357,636</b>	<b>155,357,636</b>	<b>155,357,636</b>	<b>155,357,636</b>	<b>159,408,716</b>	<b>159,408,716</b>	<b>159,408,716</b>	<b>159,408,716</b>	<b>159,408,716</b>	<b>352,443,652</b>

**USOS DE FONDOS**

<b>Inversiones</b>	528,665,478																		
Costo de Mantenimiento		14,831,925	14,831,925	14,831,925	14,831,925	14,831,925	15,993,450	15,993,450	15,993,450	15,993,450	15,993,450	16,810,200	16,810,200	16,810,200	16,810,200	16,810,200	16,810,200		
Externalidades Sociales		7,176,139	3,931,626	3,931,626	3,931,626	3,931,626	3,696,026	3,696,026	3,696,026	3,696,026	3,696,026	3,696,026	3,696,026	3,696,026	3,696,026	3,696,026	3,696,026		
Costo de la Gestión Ambiental		3,480,112	235,600	235,600	235,600	235,600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Perdida de la Cobertura Vegetal		3,647,035	3,647,035	3,647,035	3,647,035	3,647,035	3,647,035	3,647,035	3,647,035	3,647,035	3,647,035	3,647,035	3,647,035	3,647,035	3,647,035	3,647,035	3,647,035		
Cambios en el paisaje natural y antrópico		48,991	48,991	48,991	48,991	48,991	48,991	48,991	48,991	48,991	48,991	48,991	48,991	48,991	48,991	48,991	48,991		
Externalidades Económicas		1,465,083	1,465,083	1,465,083	1,465,083	1,465,083	1,465,083	1,465,083	1,465,083	1,465,083	1,465,083	1,465,083	1,465,083	1,465,083	1,465,083	1,465,083	1,465,083		
Pérdida del Potencial Forestal		169,303	169,303	169,303	169,303	169,303	169,303	169,303	169,303	169,303	169,303	169,303	169,303	169,303	169,303	169,303	169,303		
Cambios en el Tráfico Vehicular (Congestionamiento)		847,688	847,688	847,688	847,688	847,688	847,688	847,688	847,688	847,688	847,688	847,688	847,688	847,688	847,688	847,688	847,688		
Efectos a la Salud por Accidentes Laborales		100,800	100,800	100,800	100,800	100,800	100,800	100,800	100,800	100,800	100,800	100,800	100,800	100,800	100,800	100,800	100,800		
Cambios en la Propiedad del Suelo		88,000	88,000	88,000	88,000	88,000	88,000	88,000	88,000	88,000	88,000	88,000	88,000	88,000	88,000	88,000	88,000		
Efectos a la Salud por Accidentes a terceros		259,293	259,293	259,293	259,293	259,293	259,293	259,293	259,293	259,293	259,293	259,293	259,293	259,293	259,293	259,293	259,293		
Externalidades Ambientales		21,303,157	21,265,871	21,265,871	21,265,871	21,265,871	21,265,871	21,265,871	21,265,871	21,265,871	21,265,871	21,265,871	21,265,871	21,265,871	21,265,871	21,265,871	21,265,871		
Alteración de la Calidad del Aire		15,529,160	15,529,160	15,529,160	15,529,160	15,529,160	15,529,160	15,529,160	15,529,160	15,529,160	15,529,160	15,529,160	15,529,160	15,529,160	15,529,160	15,529,160	15,529,160		
Incremento en los Niveles de Ruido		75,531	75,531	75,531	75,531	75,531	75,531	75,531	75,531	75,531	75,531	75,531	75,531	75,531	75,531	75,531	75,531		
Efectos a la Salud por generación de Vibraciones		46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000		
Efectos a la salud por concentración de gases atmosféricos		608,341	608,341	608,341	608,341	608,341	608,341	608,341	608,341	608,341	608,341	608,341	608,341	608,341	608,341	608,341	608,341		
Pérdida del Potencial de la Captura de Carbono		3,556,420	3,556,420	3,556,420	3,556,420	3,556,420	3,556,420	3,556,420	3,556,420	3,556,420	3,556,420	3,556,420	3,556,420	3,556,420	3,556,420	3,556,420	3,556,420		
Sedimentación		65,924	65,924	65,924	65,924	65,924	65,924	65,924	65,924	65,924	65,924	65,924	65,924	65,924	65,924	65,924	65,924		
Efectos a la Salud por alteración a la Calidad de Agua		1,296,464	1,296,464	1,296,464	1,296,464	1,296,464	1,296,464	1,296,464	1,296,464	1,296,464	1,296,464	1,296,464	1,296,464	1,296,464	1,296,464	1,296,464	1,296,464		
Pérdida de nutrientes por Erosión del Suelo		84,734	84,734	84,734	84,734	84,734	84,734	84,734	84,734	84,734	84,734	84,734	84,734	84,734	84,734	84,734	84,734		
Pérdida de productividad por Erosión del Suelo		3,297	3,297	3,297	3,297	3,297	3,297	3,297	3,297	3,297	3,297	3,297	3,297	3,297	3,297	3,297	3,297		
Generación de Residuos y Desechos		11,506	11,506	11,506	11,506	11,506	11,506	11,506	11,506	11,506	11,506	11,506	11,506	11,506	11,506	11,506	11,506		
Alteración de la Fauna Terrestre		25,780	25,780	25,780	25,780	25,780	25,780	25,780	25,780	25,780	25,780	25,780	25,780	25,780	25,780	25,780	25,780		
<b>TOTAL DE USOS</b>	<b>528,665,478</b>	<b>44,776,304</b>	<b>41,494,506</b>	<b>41,494,506</b>	<b>41,494,506</b>	<b>41,494,506</b>	<b>42,656,031</b>	<b>42,420,431</b>	<b>42,420,431</b>	<b>42,420,431</b>	<b>42,420,431</b>	<b>43,237,181</b>	<b>43,237,181</b>	<b>43,237,181</b>	<b>43,237,181</b>	<b>43,237,181</b>	<b>43,237,181</b>	<b>0</b>	

<b>FLUJO DE FONDOS NETOS</b>	<b>-528,665,478</b>	<b>102,687,115</b>	<b>108,101,967</b>	<b>108,101,967</b>	<b>108,101,967</b>	<b>108,101,967</b>	<b>112,701,605</b>	<b>112,937,205</b>	<b>112,937,205</b>	<b>112,937,205</b>	<b>112,937,205</b>	<b>116,171,535</b>	<b>116,171,535</b>	<b>116,171,535</b>	<b>116,171,535</b>	<b>116,171,535</b>	<b>352,443,652</b>
<b>FLUJO ACUMULADO</b>	<b>-528,665,478</b>	<b>425,978,363</b>	<b>317,876,397</b>	<b>209,774,430</b>	<b>101,672,464</b>	<b>6,429,503</b>	<b>119,131,108</b>	<b>232,068,312</b>	<b>345,005,517</b>	<b>457,942,722</b>	<b>570,879,927</b>	<b>687,051,461</b>	<b>803,222,996</b>	<b>919,394,531</b>	<b>1,035,566,065</b>	<b>1,151,737,600</b>	<b>1,504,181,252</b>

<b>TASA INTERNA DE RETORNO ECONOMICO (TIRE)</b>	<b>22.31%</b>
<b>VALOR PRESENTE NETO (10%)</b>	<b>477,898,120</b>
<b>RELACION BENEFICIO/COSTO (10%)</b>	<b>1.63</b>

Fuente: CSA Group Panamá, Inc.