

## **11.0 AJUSTE ECONÓMICO POR EXTERNALIDADES SOCIALES Y AMBIENTALES Y ANÁLISIS DE COSTO BENEFICIO FINAL**

En este capítulo se presenta la valoración económica de los impactos ambientales y externalidades sociales, así como el análisis costo-beneficio y de rentabilidad económico-ambiental del proyecto “*Patios y Talleres de la Línea 3 del Metro de Panamá*”, que consiste en la construcción de un área de patios y talleres donde se realicen las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, que garanticen un adecuado funcionamiento de dichos trenes.

Los patios y talleres serán construidos en un terreno elevado ubicado en el sector cercano a Ciudad del Futuro, en el costado Sur de la carretera Panamericana.

De acuerdo con lo establecido en el Decreto Ejecutivo No. 123, del 14 de agosto de 2009, los Estudios de Impacto Ambiental Categoría II, deben incluir un capítulo correspondiente a la valoración económica del proyecto. El presente documento desarrolla los contenidos de esta sección.

### **Metodología**

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

1. Selección de los impactos del proyecto a ser valorados.
2. Selección de externalidades del proyecto a ser valorados.
3. Valoración económica de los impactos.
4. Valoración económica de externalidades sociales.
5. Resumen impactos y externalidades del proyecto.
6. Presentación de opinión técnica correspondiente.

## 11.1 Valoración monetaria del impacto ambiental

Los impactos generados por el proyecto pueden ser ambientales o naturales (afectan el medio biofísico) y/o impactos sociales (afectan a la población).

### 11.1.1 Selección de los impactos ambientales del Proyecto a ser valorados

Con base en la Matriz de Identificación de Impactos (Cap. 9) del presente estudio, se identificaron un total de 26 impactos, de los cuales 17 son naturales y 9 son externalidades.

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

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

De los 17 impactos ambientales identificados en la Tabla 9-2<sup>1</sup>, 10 impactos cumplen con el requisito del Punto “a” para la fase de construcción todos negativos y de moderada importancia. En la fase de operación ningún impacto cumple con el requisito establecido para la valoración. Estos impactos se presentan en la Tabla 11-1.

**Tabla 11-1**  
**Impactos Ambientales de Moderada y Alta Importancia**  
**Generados por el Proyecto Patios y Talleres de la Línea 3 del Metro de Panamá**

Impactos potenciales	Fase de construcción			Fase de operación		
	Carácter	Efecto	SF	Carácter	Efecto	SF
Cambio micro climático	(-)	D	30	(+/-)	NA	NA
Modificación de la calidad del aire	(-)	D	31	(+/-)	NA	NA
Pérdida del potencial de captura de Carbono	(-)	D	30	(+/-)	NA	NA
Aumento en los niveles de ruido	(-)	D	36	(-)	D	25
Incremento en la erosión de los suelos	(-)	D	26	(+/-)	NA	NA

<sup>1</sup> Página 9-16 capítulo 9

Impactos potenciales	Fase de construcción			Fase de operación		
	Carácter	Efecto	SF	Carácter	Efecto	SF
Compactación del suelo	(-)	D	40	(+/-)	NA	NA
Pérdida de cobertura vegetal	(-)	D	44	(+/-)	NA	NA
Pérdida del potencial forestal	(-)	D	38	(+/-)	NA	NA
Pérdida de hábitat de fauna terrestre	(-)	D	44	(+/-)	NA	NA
Afectación de la fauna terrestre	(-)	D	34	(-)	D	18
<b>Totales</b>	<b>(-) =10</b>	<b>D=10</b>	<b>M=10</b>	<b>(-) =2</b>	<b>D=2</b>	<b>B=2</b>
<b>Fase de Construcción : 10 impactos</b>						
<b>Fase de Operación : 0 impacto</b>						

Elaborado por URS Holdings Inc.

Nota:

Carácter	Efecto	Significación del Impacto (SF)	
		Negativo	Positivo
- = Impacto negativo	D = Directo	B = Baja	B = Baja
+ = Impacto positivo	I = Indirecto	M = Moderada	M = Moderada
+/- = impacto neutro	NA = No Aplica	A = Alta	A = Alta
		MA = Muy Alta	MA = Muy Alta

La Tabla 11-2 presenta los impactos ambientales que además de cumplir con el Punto “a”, reúnen los requisitos del Punto “b” y que por lo tanto son valorados monetariamente.

**Tabla 11-2**  
**Impacto Ambiental del Proyecto**  
**Patios y Talleres de la Línea 3 del Metro de Panamá Sujeto a Valoración Monetaria**

Impactos	Carácter	Indicador	Método de valoración
Modificación de la calidad del aire	(-)	Disminuciones anuales Ton de CO2	Costo evitado
Pérdida del potencial de captura de Carbono	(-)	Toneladas métricas de carbono por hectárea (TmC/ha)	Cambio de productividad
Aumento en los niveles de ruido	(-)	Exceso de dBA sobre límites permisibles	Método de cambio de productividad
Incremento en la erosión de suelos	(-)	Pérdida de productividad del suelo	Cambio de productividad
Compactación del suelo	(-)	Pérdida de productividad de suelos	Cambio de productividad
Pérdida de cobertura vegetal	(-)	# de ha perdidas	Costo de reposición
Pérdida del potencial forestal	(-)	Valor comercial de la madera	Valores de mercado
Pérdida de hábitat la fauna terrestre	(-)	Pérdida de BSA	Valores directo del mercado
Afectación de la fauna terrestre	(-)	Costo de rescate	Valores de mercado

Elaborado por URS Holdings Inc.

### **11.1.2 Valoración monetaria del impacto seleccionado**

De la lista de impactos generados por el Proyecto han calificado para la valoración económica, los siguientes impactos:

#### **a. Cambio microclimático**

Durante la fase de construcción la remoción de vegetación, movimiento de tierra y movilización de equipo pesado, generarán cambios en las variables climáticas que ocurrirán principalmente debido al cambio en el uso de suelo y a la consecuente pérdida de vegetación. Dado que estos impactos van a ser valorados por sí mismos, el cambio microclimático no será valorizado.

#### **b. Modificación de la calidad del aire**

Durante la fase de construcción del proyecto se occasionará modificación en la calidad del aire debido al uso de equipos y vehículos dentro del área de influencia del proyecto, en razón de la emisión de gases de combustión en el sitio, principalmente gases como CO, NOx, SO2 y PM<sub>10</sub> (material particulado), e hidrocarburos no quemados provenientes del parque automotor a utilizarse en la obra, lo cual, producirá un incremento en la emisión de partículas que pueden temporalmente elevar los niveles de inmisión de partículas en suspensión.

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 en razón del movimiento de tierra.

En la Tabla 11-3 presentamos los datos utilizados, las operaciones y resultados obtenidos para la valorización de este impacto.

**Tabla 11-3**  
**Valoración monetaria de la Modificación de la calidad del aire**

Indicador	Unidad de medida	Valores
Movimiento de tierra	$m^3$	1,800.00
# de viajes en camiones de 20 yardas( 15.3 $m^3$ )	Viajes	118
Promedio de emisiones anuales de $CO^2$ por Kilómetro	Kg/Km	170
Recorrido anual promedio por viaje	kms	60
Total Km recorridos	kms	7,059
Total de emisiones de $CO^2$	Toneladas	1,200
Costo de los contaminantes	B/ x ton	20
Costo de modificación de la calidad del aire	B/.	24,000.00

Elaborado por URS Holdings Inc.

El costo total de la alteración de la calidad del aire, es de veinticuatro mil Balboas (B/.24,000.00).

### **c. Pérdida del potencial de captura de carbono**

Con la pérdida de los bosques secundarios joven, bosque secundario intermedio y las plantaciones forestales entre otras se occasionará una pérdida del potencial de captación de carbono debido al proyecto dejando de captar a consecuencia de la pérdida de cobertura vegetal un factor de carbono correspondiente a 112.2 TmC/ha. Con estos valores, y una extensión de 17.148 ha como área a deforestar, con cobertura vegetal correspondiente a bosque secundario joven, bosque secundario intermedio, gramíneas y una plantación forestal, se obtiene un valor de 1,924.01 Tm de carbono<sup>2</sup>.

En la Tabla 11-4 presentamos los datos utilizados, las operaciones y resultados obtenidos para la valorización de este impacto.

<sup>2</sup> Capítulo 9, página 9-20

**Tabla 11-4**  
**Valoración monetaria de la pérdida del potencial de captura de carbono**

<b>Tipo de Cobertura Vegetal</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Carbono (TmC/ha)</b>	<b>Carbono Total (TmC)</b>	<b>Valor de Carbono Total (TmC) en B./.</b>	<b>Valor monetario Total (B./)</b>
Cobertura vegetal total	17.148	112.20	1,924	15.83	30,457.01
<b>Total de Cobertura Vegetal</b>	<b>17.148</b>	<b>–</b>	<b>1,924.01</b>	<b>8,227.69</b>	<b>30,457.01</b>

Elaborado por URS Holdings Inc.

El costo de la pérdida de potencial de carbono por pérdida de cobertura vegetal, asciende a treinta mil cuatrocientos cincuenta y siete Balboas con un centavo (B/. 30,457.01).

#### **d. Aumento en los niveles de ruido**

En la fase de construcción de los patios y talleres se producirá un aumento de ruido, especialmente por los equipos y materiales que se utilizan.

Para calcular el costo de la pérdida de bienestar ocasionada por el exceso de ruido, dicha medición se hace mediante la aplicación de encuestas de disponibilidad a pagar (DAP), las cuales buscan identificar el monto que los ciudadanos están dispuesto a pagar, por reducir el ruido y recuperar el bienestar perdido.

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.

Utilizaremos la experiencia de Chile. Galilea y Ortúzar (2005), en que estimaron el DAP para Santiago de Chile. La disposición al pago de los hogares por reducción de la exposición al ruido fue de US\$ 1,66 per dB(A) por mes.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Rizzi, Luis I. *Externalidades del Transporte*. Universidad de Chile. 2008. Pág. 52

Para calcular el costo pérdida de bienestar ocasionada por el exceso de ruido se han ejecutado los siguientes pasos:

- Se ajustó la DAP de Chile, mediante un factor de corrección basado en la comparación entre el PIB per-cápita de cada país. Esta operación arrojó como resultado que el DAP para Panamá es de B/. 1.31 por dB(A), lo que equivale a B/ 15.71 anual.
- Se procedió a ajustar este factor con la tasa de inflación, estimada en 2.5% promedio anual (17 años), lo que arrojó como valor ajustado B/. 1.86, es decir, B/.22.32 anual.
- Se estableció como número de hogares afectados por el exceso de ruido como 20 % del total de hogares que se ubican dentro de las AID y AII del proyecto de Patios y Talleres de la Línea 3 del Metro de Panamá que corresponde a 517 viviendas.
- Se definió el exceso de decibeles ocasionado por maquinaria.
- Para el cálculo monetario de la pérdida de bienestar ocasionada por exceso de ruido, se utilizó la siguiente fórmula matemática:

$$C_{PB\ tm} = (H_a * C_a) * (C_{dba} * dB_{sn})$$

En donde,

$C_{ERtm}$  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:

$$C_{PBt} = \sum^n C_{PBz1} + C_{PBz2} + C_{PBz3} + C_{PBzn}$$

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 11-5**  
**Costo de la Pérdida de Bienestar debido al incremento de ruido**  
**derivado de las operaciones de los Patios y Talleres de la Línea 3 del Metro**

Fuente emisora	Nivel medido en dBA	Decibeles > 60	Hogares afectados	Costo anual por decibel B/.	Años de exposición	Costo del ruido B/.
Toda la Maquinaria	85	25	517	22.32	3	34,622.04

Elaborado por URS Holdings, Inc.

El costo económico de la Pérdida de Bienestar debido al incremento de ruido derivado de las operaciones del Proyecto asciende a treinta y cuatro mil seiscientos veintidós con cuatro céntimos (B/. 34,622.04).

#### e. Incremento en la erosión de los suelos

Durante la estación lluviosa los suelos removidos provenientes de las excavaciones pueden ser erosionados debido a la acción de las lluvias y la escorrentía superficial. De manera localizada, se producirá erosión en el resto de las áreas en las que se expongan suelos por las acciones de remoción de vegetación, remoción de infraestructuras y edificaciones existentes, excavación y relleno.

Para la valoración monetaria de la pérdida de suelo por erosión, utilizamos el método de cambio de productividad, que nos plantea la pérdida de productividad, en este caso agrícola, como consecuencia del proceso de urbanización en marcha.

El producto agrícola utilizado para medir dicha pérdida es el arroz, debido a que estas áreas se destinaron anteriormente a la producción de este rubro. El costo por tonelada del arroz en cascara es de B/.490.00, según el Instituto de Mercadeo Agropecuario. La pérdida de producto es de 0.3

toneladas por cada centímetro de suelo perdido, lo que indica que dicha pérdida asciende a 0.9 toneladas por hectárea. Se afectarán 17.148, lo que generará una pérdida de suelo de 5,142m<sup>3</sup>. Para dicho cálculo se utiliza la siguiente ecuación<sup>4</sup>:

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

En donde,

P<sub>m</sub> = Precio de mercado del arroz

Δy<sub>ij</sub> = Pérdida de producto en toneladas/ha asociada a la pérdida de centímetros de suelo

**Tabla 11-6**  
**Costo de la erosión y sedimentación del suelo derivado de las operaciones de los Patios y Talleres de la Línea 3 del Metro**

Descripción	Unidad de medida	Cantidad / valor
Volumen total de suelo perdido	m <sup>3</sup>	5,142
Superficie del proyecto	Ha	17.1
Profundidad de suelo perdido	cm	3
Costo de ton de arroz	B./.	490.00
Rendimiento de arroz	Ton/ha	1.1
Perdida del producto por cada cm de suelo perdido	Ton x ha x cm	0.44
Producto total no producido por perdida de suelo (3 cm)	Ton/ha	1.33
Costo de la pérdida de productividad por ha	B./.	1,953.63
Costo total de la pérdida de productividad por ha	B./.	33,485.22

Elaborado por URS Holdings, Inc.

El costo total de la pérdida de suelo por erosión es de B/. 33,485.22.

<sup>4</sup> Kotler, Helena y otros. ¿Cuánto nos cuesta la erosión del suelo? Instituto Nacional de Ecología de México. 2007.

#### **f. Compactación del suelo**

En la fase de construcción, la compactación de los suelos se dará cada vez que se utilice equipo y maquinaria para las acciones de remoción de vegetación, remoción de infraestructuras y edificaciones existentes.

Con este impacto las partículas del suelo sufren un “reordenamiento”, aumentando el contacto entre ellas, disminuyendo el espacio poroso e incrementando la densidad aparente” (SoilScienceSociety of América, 1996), siendo uno de los efectos más conocidos la reducción del espacio poroso, principalmente de los macroporos, acompañado por un aumento en la resistencia del suelo a la penetración.

Estos fenómenos tienen implicancias directas e indirectas sobre el desarrollo de los cultivos al afectar principalmente el abastecimiento de agua y nutrientes a la planta, ya que alteran la capacidad de infiltración de agua y su redistribución en el perfil del suelo, la aireación, la resistencia mecánica del suelo a la penetración de las raíces, la transferencia de calor y el movimiento de nutrientes. La reducción de la tasa de infiltración aumenta las pérdidas por escorrentimiento y disminuye la reserva disponible para los cultivos, comprometiendo la productividad de los mismos.

Para la valoración económica el impacto de la compactación del suelo, asumimos el concepto de costo de oportunidad y valoraremos la pérdida de productividad agrícola de un producto típico de siembra del área, como consecuencia de dicha compactación. En este caso hemos escogido el arroz. En la Tabla 11-7 presentamos la valoración monetaria de la compactación del suelo.

**Tabla 11-7**  
**Valoración Económica de la Compactación del Suelo**

Indicador	Unidad de medida	Valor
Área afectada por compactación	hectárea	17.148
Rendimiento (arroz)	QQ x ha	98
Producción potencial del área afectada	QQ	1,680.5
Pérdida de producción por compactación	%	20%
Pérdida de producción por compactación	QQ	336.1
Valor comercial arroz	QQ	24.5
Monto de la pérdida por compactación	B./	8,234.47

Elaborado por URS Holdings, Inc

La pérdida ocasionada por la compactación de suelo es de ocho mil doscientos treinta y cuatro Balboas con cuarenta y siete centésimos (B/. 8,234.47).

#### **g. Pérdida de la cobertura vegetal**

El área de influencia directa del proyecto abarca 17,148 ha, de las cuales 2,005 ha corresponden a bosque secundario joven, 3,953 ha de bosque secundario intermedio, 9,621 ha de gramíneas y 1,569 ha de plantación forestal. En tanto hacia el área de influencia indirecta hay mayor presencia de gramíneas, bosque secundario intermedio, áreas verde urbana y estructuras e infraestructuras.

Para el cálculo del valor monetario del impacto, aplicamos los valores de indemnización establecidos en la Resolución N.º AG-0235-2003 de 12 de junio de 2003, de la ANAM que fija una tarifa de cobro para toda obra de desarrollo, infraestructuras y edificaciones que involucren la tala de cualquier tipo de vegetación, lo cual representará un resarcimiento económico del daño o perjuicio causado al ambiente.

Los valores establecidos en esta resolución son los siguientes:

- Bosques naturales primarios, intervenidos o secundarios maduros = B/.5,000.00/hectárea.
- Bosques secundarios con desarrollo intermedio = B/.3,000.00/hectárea.

- Bosques secundarios jóvenes = B/.1,000.00/hectárea.
- Formaciones de gramíneas (pajonales) = B/.500.00/hectárea.
- Plantación Forestal (avalúo promedio Fincas San Lorenzo) = 10,000 /hectárea.
- Cultivos (avalúo promedio fincas arroz y maíz- Oriente Chiricano) = 15,000 /hectárea

En la Tabla 11-8 se presentan los cálculos sobre el costo de las indemnizaciones, según tipo de cobertura vegetal.

**Tabla 11-8**  
**Pérdida de cobertura vegetal**

<b>Tipo de Cobertura Vegetal</b>	<b>Superficie del proyecto ha</b>	<b>Indemnización x ha</b>	<b>Monto B/.</b>
Bosque secundario joven	2.005	1,000.00	2,005.00
Bosque secundario Intermedio	3.953	3,000.00	11,859.00
Plantación Forestal	1.569	10,000.00	15,690.00
Gramíneas	9.621	500.00	4,810.50
<b>TOTAL</b>	<b>17.148</b>		<b>34,364.50</b>

Elaborado por URS Holdings Inc.

El costo de la pérdida de cobertura vegetal, asciende a treinta y cuatro mil, trescientos sesenta y cuatro Balboas con cincuenta centésimos (B/. 34,364.50).

#### **f. Pérdida del potencial forestal**

Para la construcción de los patios y talleres, además de la pérdida de la cobertura vegetal como tal, se produce una disminución del recurso forestal, cuyo grado de significancia estará determinado principalmente por el volumen de madera y la proporción del recurso forestal disponible.

Se considera la remoción de vegetación denominada como Bosque Secundario con desarrollo Intermedio en la cual se encuentran las especies consideradas como especies maderables comerciales y potencialmente comerciales.

Sin embargo, la vegetación dentro de esta cobertura es bien diversa en cuanto a variedad de especies, predominando los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) inferiores a los 10 cm, por lo cual se refleja una baja frecuencia. Los árboles de este tipo de cobertura no sobrepasan los 15 metros de altura, ni alcanzan DAP de las clases diamétricas aprovechables (Cap 7. Pág. 5). La otra fuente de madera comercial es la plantación forestal de la especie *Tectona grandis*, sin embargo en estos momentos se encuentra en fase de regeneración natural, por lo cual este impacto no será valorizado monetariamente.

#### **g. Pérdida de hábitat de fauna terrestre**

La pérdida de cobertura vegetal afectará directamente el hábitat de las especies de fauna que utilizan la misma como alimento y refugio.

La afectación directa de especies de fauna, ocurrirá especialmente sobre aquellas especies de movilidad lenta. Entre las especies que podrían resultar afectadas se tiene a los animales arbóreos, como las zarigüeyas, iguanas y aves en nidos, que podrían verse afectados por efecto del derribo de los árboles.

De acuerdo con estudios recientes, en promedio cada hectárea de bosque en Panamá 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 utilizará 17.148 ha de bosque, lo que ocasionará la modificación del hábitat del área.

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

$$CSA = VBsa * Sdb_{ha}$$

en donde,

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

VBsa= Valor de los bienes y servicios ambientales

Sdb<sub>ha</sub>= Superficie deforestada de bosque

$$CSA = 197.40 * 17.148$$

$$CSA = B/. 3,385.01$$

El costo de la pérdida de bienes y servicios ambientales debido a la modificación del hábitat, asciende a tres mil trescientos ochenta y cinco Balboas con un centésimo (B/. 3,385.01).

#### **h. Afectación a la fauna terrestre**

La pérdida de cobertura vegetal afectará directamente a las especies de fauna que utilizan la misma como alimento, refugio, etc. Asimismo, la actividad como tal causa el desplazamiento de las especies y la muerte de algunas de ellas.

Como consecuencia será necesario trasladarlas. El costo estimado por el rescate de fauna y su traslado a hábitat similares es de B/. 500.00 por hectárea. El área donde se ubica la fauna que será afectada es de 17.148 ha.

$$\text{Afectación Directa de la fauna} = \text{Costo de rescate} * \text{Área (Ha)}$$

$$\text{Afectación Directa de la fauna} = B/. 500.00 * 17.148 = B/. 8,574.00$$

El costo por la pérdida de la fauna terrestre asciende a ocho mil quinientos setenta y cuatro Balboas (B/. 8,574.00).

#### **11.2 Valoración monetaria de los impactos sociales**

Los impactos sociales son consecuencias derivadas de la ejecución del proyecto que perjudican o benefician a la población o a las comunidades aledañas.

### 11.2.1 Selección de impactos sociales a ser valorados

Para seleccionar los impactos sociales del proyecto que estarán sujetas a la valoración monetaria, se aplicaron los mismos criterios que fueron utilizados para la selección de los impactos ambientales, a saber:

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

De las 9 externalidades identificadas que cumplen el requisito del Punto “a”, para la etapa de construcción se seleccionaron 7, siendo dos (2) de ellas de carácter positivo y cinco (5) negativas. En cuanto al nivel de significancia, cinco (5) son de significancia moderada, dos (2) de alta significancia, mientras que para la etapa de operación tres (3) externalidades cumplen con el requisito, las tres (3) externalidades son positivas, pero solo (2) de significancia alta y una (1) de significancia muy alta. La Tabla 11-9 presenta las externalidades que cumplen con el punto “a”.

**Tabla 11-9**  
**Impactos sociales de moderada, alta y muy alta importancia**  
**generados por el Proyecto Patios y Talleres Línea 3 del Metro de Panamá**

Impactos potenciales	Fase de construcción			Fase de operación		
	Carácter	Efecto	SF	Carácter	Efecto	SF
Probabilidad de accidentes y enfermedades ocupacionales	(-)	D	30	(-)	D	25
Molestias a la población circundante	(-)	D	27	(-)	D	25
Generación de empleos	(+)	D	59	(+)	D	50
Aporte a la economía nacional	(+)	D	57	(+)	D	43
Contribución al funcionamiento de la Línea 3 del Metro	(+/-)	NA	NA	(+)	D	91
Cambios en el paisaje	(-)	D	34	(+/-)	NA	NA
Afectación a sitios arqueológicos conocidos	(-)	D	32	(+/-)	NA	NA
Afectación a sitios arqueológicos desconocidos	(-)	D	26	(+/-)	NA	NA
<b>TOTALES</b>	<b>(-)=5</b>	<b>D=7</b>	<b>M=5</b>	<b>(-)=2</b>	<b>D=5</b>	<b>A= 2</b>
<b>Fase de Construcción: 7 impactos</b>	<b>(+)= 2</b>	<b>NA=1</b>	<b>A=2</b>	<b>(+)=3</b>	<b>NA=3</b>	<b>MA= 1</b>
<b>fase de Operación: 3 impactos</b>	<b>(+/-)=1</b>		<b>NA=1</b>	<b>(+/-)=3</b>		<b>NA=3</b>

Elaborado por URS Holdings Inc.

Nota:

Carácter		Efecto		Significación del Impacto (SF)	
				Negativo	Positivo
- = Impacto negativo	D = Directo		B = Baja	B = Baja	
+ = Impacto positivo	I = Indirecto		M = Moderada	M = Moderada	
+/- = impacto neutro	NA = No Aplica		A = Alta	A = Alta	
			MA = Muy Alta	MA = Muy Alta	

La Tabla 11-10 presenta las externalidades sociales que reúnen los requisitos del Punto b y que han de ser valoradas monetariamente.

**Tabla 11-10**  
**Impactos sociales generados por el Proyecto Patios y Talleres de Línea 3 del Metro de Panamá Sujetos a Valoración Monetaria**

Impactos	Carácter	Indicador	Método de valoración
Probabilidad de accidentes y enfermedades ocupacionales	(-)	Costo de servicios médicos	Valores directos del mercado
Molestia a la población circundante	(-)	Tiempo perdido por las molestias	Cambio de productividad
Generación de empleos	(+)	Empleos directos e indirectos	Valores directos de mercado
Aporte a la economía nacional	(+)	Efecto multiplicador de la inversión	Valores directos del mercado
Contribución al funcionamiento de la Línea 3 del Metro	(+)	Costo evitado en pérdidas de operación	Valores directos del mercado
Cambios en el paisaje	(-)	DAP por belleza escénica	Valores directos de mercado
Afectación a sitios arqueológicos conocidos	(-)	Costo de rescate	Costo de restauración
Afectación a sitios arqueológicos desconocidos	(-)	Costo de rescate	Costo de restauración

Elaborado por URS Holdings Inc.

### 11.2.2 Valoración monetaria de impactos sociales seleccionados

De la lista de impactos sociales generados por el proyecto Patios y Talleres de la Línea 3 del Metro de Panamá han calificado para la valoración monetaria los siguientes impactos:

**a. Probabilidades de accidentes y enfermedades ocupacionales**

Durante la fase de construcción existe riesgo latente de ocurrencia de accidentes, que se incrementa en función de la cantidad de trabajadores que laboren en los diferentes frentes de trabajo.

A pesar de ello pueden producirse situaciones que afecten a los pobladores y que engloben desde los más pequeños daños, hasta los más agresivos. Estas afectaciones a la población circundante pueden producirse por efectos de inadecuada disposición de desechos, falta de adecuadas señalizaciones preventivas, contacto entre el personal de obra y la comunidad, entre otros.

Estimamos que el 0,5% de los pobladores de Ciudad del Futuro, puede tener afectaciones a la salud. Los costos de servicios médicos por dichas afectaciones son de B/.350.00. El monto de este impacto es el siguiente:

$$P_s = C_s * P_a$$

En donde,

$P_s$  = Pérdidas de salud

$C_s$  = Costos de salud

$P_a$  = Pobladores afectados 0.5% de 5,260

$$P_s = 350.00 * 263$$

$$P_s = 92,050.00$$

El costo por accidentes y enfermedades ocupacionales asciende a noventa y dos mil cincuenta Balboas.

**b. Molestias a la población circundante**

En la zona cercana al proyecto se ubican varias barriadas, las cuales pudieran percibir cierto grado de afectación a sus actividades cotidianas por causa de la construcción y operación de los

Patios y Talleres de la Línea 3 del Metro, en esta zona. Se ubican como molestias más relevantes el ruido y la afectación a la calidad de las aguas, los cuales constituyen por si sólo impactos que ya han sido identificados y valorados, por lo que este impacto no será valorizado.

### c. Generación de Empleos

Un impacto positivo de este proyecto es la generación de empleo. En la etapa de construcción serán 1,000 puestos directos de trabajo y 160 en la fase de operación.

**Tabla 11-11**  
**Valoración de la Generación de Empleos**

Indicador	Unidad de medida	Valor
Trabajadores Fase de construcción		
Trabajadores directos en la fase de construcción	Trabajadores	1,000
Salario mensual promedio directos construcción	B/.	1,000.00
Monto mensual de salarios directos construcción	B/.	1,000,000.00
Monto anual de salarios directos construcción	B/.	12,000,000.00
Monto anual de salarios directos ( 35 meses)	B/.	35,000,000.00
Trabajadores de Fase de operación		
Trabajadores directos en la fase de operación	Trabajadores	160
Salario promedio operación	B/.	1000.00
Monto mensual de salario operación	B/.	160,000.00
Monto anual de salarios operación	B/.	1,920,000.00

Elaborado por URS Holdings Inc.

La inyección económica del proyecto en materia de empleo directo es un millón de Balboas mensuales en la etapa de construcción, es decir, 35 millones de Balboas durante la vida del proyecto. En la etapa de operación, se generarán 160 puestos de trabajo, con una planilla mensual de 160,000 Balboas o sea 1.9 millones anuales.

#### **d. Aporte a la economía nacional**

La adquisición de bienes y servicios diversos, la contratación de mano de obra, equipos y maquinaria, así como el pago de tasas impositivas de los contratistas de la obra, entre otros aspectos, contribuyen a la dinamización de la economía y proveen ingresos al fisco nacional.

El proyecto generará nuevas actividades económicas, que se beneficiarán con el efecto multiplicador de la inversión. La inversión estimada de este proyecto es de 250 millones de Balboas, que serán invertidos en tres años, y su efecto se verá por vía de la contratación de mano de obra y compra de insumos, materiales y suministros. Estimamos que el 70% del valor de la inversión generará el incremento de la circulación monetaria esperado.

El efecto multiplicador de la inversión es de 1.27 por cada Balboa invertido. Por lo tanto, el beneficio generado es el siguiente:

$$IE_{lr} = M_i * E_{mp}$$

en donde

$IE_{lr}$	Impacto en la economía local	= 70% de la inversión (mano de obra e insumos)
$M_i$	Monto de la inversión	= B/. 250 Millones
$E_{mp}$	Efecto multiplicador	= 1.27

$$IE_{lr} = 250 M * 1.27 * 60\% = 222,25 \text{ Millones}$$

El aporte a la economía nacional es de 222 millones de Balboas.

#### **e. Contribución al funcionamiento de la Línea 3 del Metro**

Para su adecuado funcionamiento, la Línea 3 del Metro de Panamá requiere contar con instalaciones que permitan su operación y mantenimiento. De allí, la vital importancia que tiene

la construcción de patios y talleres que garanticen estos servicios. Este impacto es propio de la fase de operación del proyecto y contribuye a mantener la secuencia de trabajo de la línea 3 del metro.

Para valorizar este impacto se ha trabajado el concepto de costo evitado, que implica que un riguroso plan de mantenimiento a la flota de trenes evita la suspensión del servicio de los trenes asignados.

En otras experiencias internacionales (caso México), la falta de mantenimiento de los trenes puede afectar hasta un 15% de los viajes programados.

**Tabla 11-12**  
**Costo evitado por mantenimiento de la línea 3 del metro en los patios y talleres**

Descripción	Unidad de medida	Cantidad
Número de viajes programados x día	Viajes	300
Número de viajes programados x mes	Viajes	9000
Movimiento de pasajeros x viaje	Personas	1,500
Perdidas de viajes por falta de mantenimiento	%	15%
Perdidas de tiempo por falta de mantenimiento (mes)	Unidades	1,350
Perdidas de tiempo por falta de mantenimiento (año)	Unidades	16,200
Costo del pasaje x pasajero	B./.	1.50
Numero de pasajes perdidos	Unidades	24,300,000
Valor total de las pérdidas	B./.	36,450,000

Elaborado por URS Holdings Inc.

El costo evitado por el mantenimiento óptimo de los trenes es de 36.4 millones de Balboas.

### f. Cambio en el paisaje

En la actualidad, el sitio donde se desarrollará el proyecto es un predio sin uso, aunque se encuentra localizado en un entorno urbano, con baja fragilidad paisajística. Sin embargo, toda construcción antrópica afecta la percepción paisajística de un lugar, en diversos grados.

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

**Tabla11-13**  
**Valorización Monetaria por la afectación de la Calidad Visual del Paisaje**

Indicador	Unidad de medida	Cantidad
Personas residentes en el área circundante	Personas	5,269
% de personas dispuestas a pagar por preservar calidad de paisaje	%	60%
Personas dispuestas a pagar por preservar calidad de paisaje	Personas	3,161
Disposición a pagar por preservar calidad visual	B/.	3.93
Costo total de la afectación de la calidad visual	B/.	12,424.30

Elaborado por URS Holdings Inc.

La pérdida generada por los cambios en la calidad del paisaje asciende a doce mil cuatrocientos veinticuatro Balboas con treinta centésimos (B/. 12,424.30)

### g. Afectación a sitios arqueológicos conocidos

En las prospecciones realizadas durante el levantamiento de línea base se evidenció la presencia de estructuras realizadas con materiales y técnicas de construcción pertenecientes al período colonial probablemente de finales del siglo XIX o principios del siglo XX (ver informe arqueológico en anexos del capítulo 8), con lo cual se puede confirmar que en esta zona

probablemente haya ocurrido el establecimiento de algún grupo en el período histórico denominado unión a la gran Colombia.

Para valorar monetariamente este proyecto utilizamos el valor del costo de rescate de los hallazgos arqueológicos. Dicho monto asciende a B/. 20,000.00, de acuerdo con los valores proporcionados por los arqueólogos.

#### **h. Afectación a sitios arqueológicos desconocidos**

En vista que el levantamiento de información que se realiza durante la línea base no corresponde a una prospección intensiva, es probable que durante la construcción surjan nuevos hallazgos en áreas no identificadas hasta el momento.

Este es un impacto que puede suceder o no, se aplican los mismos criterios que los sitios conocidos, pero dado que no se tiene información previa este impacto no será valorizado.

### **11.3 Flujo de costos y beneficios**

A continuación se presentan los costos y beneficios asociados al desarrollo del proyecto.

#### **11.3.1 Beneficios generados**

Los beneficios generados por el proyecto corresponden a externalidades positivas ya que no se registran beneficios ambientales.

En la Tabla 11-14 se presentan los beneficios generados por la construcción de los Patios y Talleres de la Línea 3 del Metro.

**Tabla 11-14**  
**Beneficios económicos generados por el proyecto**

Impacto	Carácter	Valor en B./.
Generación de empleos	(+)	35,000,000.00
Aporte a la Economía Nacional	(+)	222,250,000.00
Contribución al funcionamiento de la Línea 3 del Metro	(+)	36,450,000.00
<b>Beneficio total</b>	(+)	<b>293,700,000.00</b>

Fuente: Elaborado por URS Holdings.

El monto de los beneficios generados por el proyecto ascienden a 293.7 millones de Balboas (B./.293,700,000.00).

### 11.3.2 Costos

En los costos del proyecto se incluyen los costos de inversión, operación, mantenimiento, gestión ambiental, el costo de las externalidades negativas y los costos ambientales.

Los costos ambientales suman B./.345,596.55 y su desglose se presenta en la Tabla 11-15.

**Tabla 11-15**  
**Costos Económicos generados por el proyecto**

Impacto	Carácter	Valor en B./.
Modificación de la calidad del aire	(-)	24,000.00
Pérdida del potencial de captura de Carbono	(-)	30,457.01
Aumento en los niveles de ruido	(-)	34,622.04
Incremento en la erosión de suelos	(-)	33,485.22
Compactación del suelo	(-)	8,234.47
Pérdida de cobertura vegetal	(-)	34,364.50
Pérdida de hábitat de la fauna terrestre	(-)	3,385.01
Pérdida de la fauna terrestre	(-)	8,574.00
Probabilidad de accidentes y enfermedades ocupacionales	(-)	92,050.00
Cambios en el paisaje	(-)	12,424.30
Afectación a sitios arqueológicos conocidos	(-)	20,000.00
<b>Total de costos</b>		<b>345,596.55</b>

Los costos de inversión corresponden a 250 millones de Balboas, los costos de la gestión ambiental suman B/.574,611.66.

### **Costo de la gestión ambiental**

El costo estimado de la gestión ambiental, se circumscribe al costo del Plan de Mitigación y Monitoreo y asciende a B/.574,611.66.

**Tabla 11-16**  
**Costos estimados de las medidas correctoras**

<b>PLANES</b>	<b>COSTOS (B/.)</b>
Plan de Mitigación	469,441.66
Plan de Monitoreo	105,170.00
<b>TOTAL</b>	<b>574,611.66</b>

Elaborado por URS Holdings Inc.

### **11.3.3 VAN y razón costo-beneficio ambiental del Proyecto**

Para verificar la viabilidad ambiental y social del proyecto, se calculó el Valor Actual Neto (VAN), el cual indica que, si los valores que se obtienen son positivos, el proyecto es ambiental y socialmente viable y por tal su ejecución es viable y si los valores son negativos, el proyecto debería modificarse o desistir de su ejecución. Como se puede apreciar el valor obtenido es positivo y asciende a **219,812,704**.

La otra medida utilizada es la relación Beneficio-Costo. Cuando el valor de esta razón es mayor de uno, el proyecto es viable, mientras que cuando es menor que 1, el proyecto debe modificarse o desistir de su ejecución (Universidad de Los Andes, 2011. Pág. 34). La Razón B/C resultante de nuestro análisis es de 1.96, lo que significa que el proyecto le producirá al país un Balboa con noventa y seis centavos por cada Balboa invertido en beneficios ambientales y sociales.

Los valores del VAN y la Razón Costo-Beneficio se presentan en la Tabla 11-17. El flujo de costos y beneficios ambientales y sociales del proyecto, se expresa en valores monetarios, en la Tabla 11-18.

**Tabla 11-17**  
**VAN y Razón Costo-Beneficio Ambiental del Proyecto**

Valor Acumulado	389,132,114
VAN Flujo Neto	219,812,704
VAN Beneficios Ambientales	448,197,309
VAN Costos Ambientales	228,384,605
Relación Beneficio - Costo	1.96

Elaborado por URS Holdings Inc.

Nota: se utilizó una tasa de descuento del 10%.

#### 11.3.4 Opinión técnica

Los resultados de la valoración económica de impactos y su correspondiente análisis beneficio-costo, indican que el proyecto resulta ambiental y socialmente aceptable. Se observa en el Flujo Neto que todos los años los montos entre Beneficios y Costos ambientales son positivos; o sea, todos los años los retornos ambientales son superiores a los gastos invertidos en prevención, mitigación y monitoreo, justificando este rubro de egresos del proyecto.

**Tabla 11-18**  
**Flujo de Fondos Netos del Proyecto Patios y Talleres de la Línea 3 del metro**

Descripción	Construcción	Operaciones										
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Beneficios												
Beneficios sociales												
Generación de empleos	35,000,000	1,920,000	1,920,000	1,920,000	1,920,000	1,920,000	1,920,000	1,920,000	1,920,000	1,920,000	1,920,000	1,920,000
Aporte a la Economía Nacional	222,250,000											
Contribución al funcionamiento de la Línea 3 del Metro	36,450,000	36,450,000	36,450,000	36,450,000	36,450,000	36,450,000	36,450,000	36,450,000	36,450,000	36,450,000	36,450,000	36,450,000
<b>Total Beneficios</b>	<b>257,250,000</b>	<b>38,370,000</b>										
Costos												
Costos Ambientales												
Modificación de la calidad del aire		24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000
Pérdida del potencial de captura de Carbono		30,457	30,457	30,457	30,457	30,457	30,457	30,457	30,457	30,457	30,457	30,457
Aumento en los niveles de ruido	34,622											
Incremento en la erosión de suelos	33,485											
Compañactación del suelo	8,234											
Pérdida de cobertura vegetal		34,365	34,365	34,365	34,365	34,365	34,365	34,365	34,365	34,365	34,365	34,365
Pérdida de hábitat la fauna terrestre		3,385	3,385	3,385	3,385	3,385	3,385	3,385	3,385	3,385	3,385	3,385
Pérdida de la fauna terrestre	8,574											
<i>Externalidades negativas</i>												
Probabilidad de accidentes y enfermedades ocupacionales	92,050											
Cambios en el paisaje		12,424	12,424	12,424	12,424	12,424	12,424	12,424	12,424	12,424	12,424	12,424
Afectación a sitios arqueológicos conocidos	20,000											
Medidas Correctoras												
Costo de medidas de mitigación		58,680	58,680	58,680	58,680	58,680	58,680	58,680	58,680	58,680	58,680	58,680
Programa de Monitoreo y prevención de riesgos		13,146	13,146	13,146	13,146	13,146	13,146	13,146	13,146	13,146	13,146	13,146
Inversión	250,000,000											
<b>Total Costos</b>	<b>250,196,966</b>	<b>176,457</b>	<b>104,631</b>	<b>104,631</b>								
Flujo Neto (ahorro)	7,053,034	38,193,543	38,193,543	38,193,543	38,193,543	38,193,543	38,193,543	38,193,543	38,193,543	38,193,543	38,265,369	38,265,369
Flujo Neto actualizado	7,053,034	45,246,577	83,440,120	121,633,662	159,827,205	198,020,748	236,214,291	274,407,833	312,601,376	350,866,745	389,132,114	