

EVALUACION SOCIO-ECONOMICA**I N D I C E****Nº Página**

1. ANTECEDENTES DE LA VIA	3
1.1 Introducción	3
1.2 Características de la Vía	4
1.3 Tráfico Normal y Proyección de la Demanda	6
2. IDENTIFICACION Y ESTIMACION DE BENEFICIOS Y COSTOS	8
2.1 Costos de Operación de los Vehículos	8
2.1.1 Resumen de los Costos de Operación Vehicular	8
2.2 Costos de Tiempo de Viaje (pasajeros y carga)	10
2.2.1 Valor del Tiempo	10
2.2.2 Retención de la Carga por Hora	11
2.3 Estimación de Beneficios	12
2.3.1 Ahorros en Tiempos de Viaje	12
2.3.2 Ahorros en Costos de Operación	12
2.3.3 Ahorros por Disminución Costos de Mantenimiento	12
2.3.4 Ahorros por la Reducción de Accidentes	12
3. COSTOS DE INVERSION Y MANTENIMIENTO	16
3.1 Costos de Inversión a Precios de Mercado	16
3.1.1 Costos de Construcción	16
3.1.2 Costos Indirectos	17
3.2 Costos de Inversión a Precios Económicos	18
3.3 Costos de Mantenimiento	20
4. EVALUACION SOCIO ECONOMICA	21
4.1 Hipótesis Asumidas para la Corrida del HDM – IV	21
4.2 Cálculo de los indicadores económicos	22
4.2.1 Valor Actual Neto (VAN)	22
4.2.2 Tasa interna de Retorno (TIR)	23
4.2.3 Relación Beneficio/Costo (RBC)	23

4.3	Resultados Obtenidos de la Evaluación Económica	23
4.4	Resultados de la Evolución del Pavimento	25
5.	ANALISIS DE SENSIBILIDAD	26
6.	CONCLUSIONES	28

ANEXOS

Anexo 1 Características Geométricas Con Proyecto

Anexo 2. Proceso de Cálculo Para los Costos Financieros y Económicos de los Costos de Operación Vehicular

Anexo 3. Presupuesto Desglosado del Proyecto – Conversión de Costos Financieros a Económicos

Anexo 4. Reportes de Salida Modelo HDM IV

Anexo 5. Presupuesto Total

Anexo 6. Alternativas Consideradas en el Estudio de Identificación (EI)

EVALUACION SOCIOECONOMICA

1. ANTECEDENTES DE LA VIA

1.1 Introducción

(1) Se efectúa el presente Estudio Técnico Económico Socio Ambiental (TESA) para determinar la Factibilidad Económica de la alternativa definida en el Estudio de Identificación (EI) del Proyecto de Rehabilitación de la Autopista La Paz – El Alto.

(2) La Evaluación del proyecto se basa en el programa computacional desarrollado por el Banco Mundial denominado HDM-4 el cual permite realizar evaluaciones tanto en pavimentos de hormigón como de asfalto, con lo que el campo de aplicación del programa es mucho mayor.

(3) El tramo que comprende la vía en estudio ha sido seleccionado por su importancia al formar parte de la Red Fundamental de Carreteras de Bolivia (Ruta No. 2), que vincula las ciudades de La Paz y El Alto Provincia Murillo en el departamento de La Paz. De igual manera por acuerdos institucionales entre la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para su financiamiento y construcción.

(4) Los antecedentes socioeconómicos y de tráfico presentados en el Estudio de Identificación (EI) son demostrativos de la necesidad de una ampliación de la vía actual a una vía multi carril con características urbanas. Por tanto, para la presente evaluación se realiza un análisis para determinar beneficios y costos determinando su factibilidad en función de los indicadores obtenidos.

(5) La delimitación del estudio, comprende desde el final de la Av. Montes intersección con la Calle Echeverría (altura Cervecería) en la ciudad de La Paz y el peaje en la ciudad de El Alto. La longitud del tramo en estudio Autopista La Paz – El Alto es de 10+600 km, que equivale al 6,84% de la Ruta No. 2 de la Red Vial fundamental (RVF) que es de 155 km. El tráfico promedio diario anual adoptado para el año 2011 es de 40.583 vehículos.

Cuadro No. 1.1

Resumen Descriptivo de la Ruta No. 2 de la RVF			
Tramo	Km	% Ruta 2	TPDA (2011)
Autopista La Paz - El Alto	10,600	6,84%	40.583
Total Ruta No. 2 de la RVF	155,00	100,00%	

Fuente: Estudios de Ingeniería IPA/Transtec.

(6) Por otro lado, los datos de pantalla correspondiente al Control de Modelaciones describen los parámetros generales que controlan el funcionamiento de la modelación. En el caso particular de este estudio se han adoptado los siguientes valores:

Cuadro No. 1.2

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA AUTOPISTA	
DESCRIPCION	Nombres y Valores
CARACTERISTICAS GENERALES	
Nombre del Tramo:	Autopista La Paz El Alto
Nombre de la Ruta:	Ruta F-2
Zona climática	Templado a Frío
Precipitación pluvial	300 a 600 mm;
Temperatura	7º a 21º
Clase de carretera:	Autopista (0)
Tipo de rodadura:	Pavimento Rígido
Tipo de estructura:	Hormigón c/juntas
Longitud (Km) Tramo I:	10+600
Ancho de calzada:	6,10 y 6,70 m por vía
Ancho de berma:	1,5 m a cada lado (TS)
Número de carriles:	4
TPDA y año:	40.583 (Año 2011)
Alternativas de Pavimentos:	Rígido y Flexible
PAQUETE ESTRUCTURAL	
Material Rodadura (Granulometría y límites)	Límite líq. 24%, SB 21%, IP 6%
Material Explanada (Granulometría y límites)	Límite líq. 24%, SB 21%, IP 6%
Método de compactación:	T180D
Último recargo:	2008
ESTADO	
Estado a final de año	Malo (Fisuras y grietas)
Espesor de grava (mm):	15 cm
Regularidad (m/km):	IRI + 5 m/km
Año en que comienza la construcción:	2014
Vida útil del proyecto:	20 años

Fuente: Memoria de cálculo del diseño geométrico IPA/Transtec 2011.

Cuadro No. 1.3

DATOS DE GEOMETRIA

DESCRIPCION	VALORES	
	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
Rampas + pendientes (m/km):	54,91	55,18
Nº de Rampas + pendientes (Nº/km):	3,56	3,51
Peralte %:	10	10
Curvatura horizontal media (º/km):	107,17	117,52
Velocidad límite (km/h):	65	80
Longitud (Km):	10.600	10.600
Altitud promedio (msnm):	3890	3890

Fuente: Memoria de cálculo del diseño geométrico IPA/Transtec 2011.

1.3 Tráfico Normal y Proyección de la Demanda

(1) Los volúmenes de tráfico a ser modelados son los obtenidos por el Consultor y que se han desarrollado en extenso en el Estudio de Tráfico especificado en el contexto de este Estudio.

(2) Los datos requeridos para la modelación son:

- a) Composición vehicular (expresado en %)
- b) Proyección del tráfico vehicular durante la vida útil del proyecto
- c) Tasa de crecimiento anual

(3) La composición vehicular según el estudio de tráfico, muestra la clasificación vehicular que considera a 12 tipos de vehículos según la adoptada por la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC) en nuestro país. El TPDA determinado para el año 2011 alcanza a 40.583 vehículos/día siendo la composición la que se muestra en el Cuadro siguiente:

Cuadro N° 1.4

Composición Agrupada s/g Clasificación Vehicular						
CLASIFICACION VEHICULAR	TOTAL TPDA		DISTRIBUCION POR TIPO DE VEHICULO			
	Nº/VEH.	Porcentaje	Livianos	Buses	Camiones	Otros
1. Automovil, jeep, vagoneta	14.379	35,43%	35,43%			
2. Camioneta (hasta 2 Ton.)	1.696	4,18%	4,18%			
3. Minibus	19.366	47,72%	47,72%			
4. Microbus (12-21 Asts)	398	0,98%		0,98%		
5. Bus Mediano (22-35 Asts)	1.347	3,32%		3,32%		
6. Bus Grande (36 Asts o más)	1.238	3,05%		3,05%		
7. Camion Mediano (Hasta 10 ton.)	609	1,50%			1,50%	
8. Camión Grande (Dos ejes)	653	1,61%			1,61%	
9. Camión Grande (Tres ejes)	707	1,74%			1,74%	
10. Camión semirremolque	101	0,25%			0,25%	
11. Camión con remolque	24	0,06%			0,06%	
12. Otros vehículos	65	0,16%				0,16%
TOTALES:	40.583	100,00%	87,33%	7,35%	5,16%	0,16%
Fuente: Aforos Vías Bolivia 2010						

(4) De otra parte por razones metodológicas y según la clasificación requerida por el Modelo HDM IV, la composición vehicular del tráfico de 12 tipos ha sido reclasificada en 7 tipos de vehículos, agrupada en vehículos livianos; transporte público buses y vehículos pesados según se muestra en el Cuadro siguiente:

Cuadro N° 1.5

Composición Vehicular Agrupada para el Modelo HDM IV								
	VEHICULOS DE PASAJEROS					VEHICULOS DE CARGA		Total
Tipo	Automov	Cam nta	Minibus	Bus Med	Bus Grande	Camión Liv	Camión Pes	Composición
Veh.	1	2	3	4	5	6	7	Vehicular
1.	35,43%							35,43%
2.		4,18%						4,18%
3.			47,72%					47,72%
4.				0,98%				0,98%
5.				3,32%				3,32%
6.					3,05%			3,05%
7.						1,50%		1,50%
8.							1,61%	1,61%
9.							1,74%	1,74%
10.							0,25%	0,25%
11.							0,06%	0,06%
12.							0,16%	0,16%
Total	35,43%	4,18%	47,72%	4,30%	3,05%	1,50%	3,82%	100,00%
	94,68%					5,32%		100,00%

(5) La proyección de tráfico con fines de determinar los costos de operación vehicular, determinación de ingresos, etc., se realizó en función a las tasas de crecimiento adoptadas en el estudio de tráfico por tipo de vehículo, lo cual permite proyectar el flujo vehicular diario por tipo de vehículo asociado al tráfico normal. En el estudio de tráfico se determinaron tasas para cada año durante el horizonte del proyecto, para ingresar datos al Modelo se requiere adoptar tasas de crecimiento en el año base, razón que en base a las tasas anuales se adoptaron tasas promedio.

Cuadro N° 1.6

Tasas de Crecimiento por Tipo de Vehículo		
TIPO DE VEHICULO	Pasajeros	Carga
TASA DE CRECIMIENTO	4,90%	4,20%

2. IDENTIFICACION Y ESTIMACION DE BENEFICIOS Y COSTOS

2.1 Costos de Operación de los Vehículos

(1) Los Costos de Operación de Vehículos (COV) han sido calculados usando el modelo HDM-4 Vehicle Operating Costs Module (versión 3.1) del Banco Mundial.

(2) Este modelo utiliza varios parámetros de información incluyendo: las características del vehículo, tipo de llantas, utilización del vehículo y costos unitarios para calcular el COV por tipo de vehículo en una situación donde exista un tránsito fluido de vehículos.

(3) El modelo también permite realizar un análisis de sensibilidad a varios parámetros, de los cuales el más importante es la rugosidad de la carretera, que representa la calidad de la carretera e influye en gran manera en el costo de operación de los vehículos.

(4) De la composición vehicular presentada en el Estudio de Tráfico, clasificamos siete tipos de vehículos usados con HDM-VOC de acuerdo a la siguiente clasificación:

Cuadro N° 2.1
Vehículos Tipos

Vehículos Tipos	Marcas y Modelos	Vehículo HDM Equivalente
Automovil,	Toyota, Corolla Efi Gli	Auto
Camioneta	Toyota, New Hi-Lux	Utilitario, Camioneta
Mini bus	Toyota, Hiace STD	Utilitario, Minibus
Microbus (12-21 Asts)	Dodge	Bus Mediano
Bus Mediano (22-35 Asts)	Toyota, Coaster	
Bus Grande (36 Asts o más)	Mercedes Benz, Leyland	Bus Grande
Camión Mediano (10 t)	Nissan, Condor	Camión liviano
Camión Grande (2 ejes)	Volvo NL 10	Camión pesado
Camión Grande (3 ejes)	Volvo, NL 1020 (4x2)	
Camión semirremolque	Volvo, NL 12 (6x4)	
Camión con remolque	Volvo NL 12 (6x4)	
Otros	Varios	

Fuente: Elaboración en base a entrevistas a casas importadoras

2.1.1 Resumen de los Costos de Operación Vehicular

(1) Es importante señalar que en el Estudio de Identificación (EI) se presenta el cálculo de cada uno de los componentes de los costos de operación, el mismo se resume en los costos unitarios calculados por tipo de vehículos tanto a precios financieros como a precios económicos, datos que serán introducidos al Modelo HDM IV.

(2) Para el presente estudio (TESA) en los cuadros siguientes se presentan el resumen de los costos de operación vehicular encontrados:

Cuadro N° 2.2

DATOS DE ENTRADA DEL MODELO HDM-VOC								
Recursos y Costos Unitarios por Vehículo Tipo								
COSTOS FINANCIEROS								
ITEM	Unidad	Livianos			Buses		Camiones	
		Automovil	Camioneta	Mini Bus	Mediano	Grande	Liviano	Pesado
Costo medio de un vehículo nuevo	\$us/veh.	28.300	36.300	38.900	45.400	79.356	89.939	105.756
Costo medio de sustitución de un neumático	\$us/veh.	46,00	131,00	88,01	128,00	202,00	176,00	481,00
Tipo de Combustible	Litro	Gasolina	Gasolina	Gasolina	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel
Costo medio del combustible	\$us/litro	0,529	0,529	0,529	0,527	0,527	0,527	0,527
Costo medio del lubricante	\$us/litro	4,24	4,24	4,24	4,24	4,24	4,24	4,24
Costo medio de la mano de obra de mantenimiento	\$us/hora	2,54	3,13	3,32	3,52	5,66	4,90	5,64
Salario total de la tripulación	\$us/hora	0,93	1,14	1,75	1,07	2,87	1,09	2,49
Costo de los gastos generales medios anuales	\$us/hora	158,71	166,71	275	814	879	450	445
Interés anual medio por la compra veh. nuevo	%	12,81	12,81	12,81	12,81	12,81	12,81	12,81
Fuente: Elaboración propia en base a datos anteriores								

(3) Es importante mencionar que el precio del combustible en Bolivia a la fecha es de Bs 3.72 para el diesel y de Bs 3.74 para la gasolina. Sin embargo estos precios son subsidiados por el Gobierno no siendo reales ante el mercado internacional, razón que el análisis efectuado para hallar el costo medio del combustible son precios sin subsidios.¹

Cuadro N° 2.3

DATOS DE ENTRADA DEL MODELO HDM-VOC								
Recursos y Costos Unitarios por Vehículo Tipo								
COSTOS ECONOMICOS								
ITEM	Unidad	Livianos			Buses		Camiones	
		Automovil	Camioneta	Mini Bus	Mediano	Grande	Liviano	Pesado
Costo medio de un vehículo nuevo	\$us/veh.	21,463	26,279	33,210	44,496	74,370	83,562	98,352
Costo medio de sustitución de un neumático	\$us/veh.	43	123	83	120	189	165	451
Tipo de Combustible	Litro	Gasolina	Gasolina	Gasolina	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel
Costo medio del combustible	\$us/litro	0.717	0.717	0.717	0.813	0.813	0.813	0.813
Costo medio del lubricante	\$us/litro	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29
Costo medio de la mano de obra de mantenimiento	\$us/hora	2.03	2.39	2.90	3.46	5.35	4.60	5.29
Salario total de la tripulación	\$us/hora	0.93	1.14	1.37	1.07	2.06	1.09	1.99
Costo de los gastos generales medios anuales	\$us/hora	106.17	111.52	184	703	760	199	196
Interés anual medio por la compra veh. nuevo	%	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67
Fuente: Elaboración propia								

¹ El proceso de cálculo para los costos financieros y económicos se presenta en Anexos.

2.2 Costos de Tiempo de Viaje (Pasajeros y Carga)

2.2.1 Valor del Tiempo

(1) Los costos de tiempo de viaje están en función al valor del tiempo de los pasajeros, variable socioeconómica de difícil estimación, puesto de que se trata del costo virtual que le dan los pasajeros al tiempo que transcurre en el vehículo por viaje. En otras palabras el que estuviera dispuesto a pagar el pasajero por que se reduzca en una hora el tiempo de viaje. Esto es muy difícil de averiguarlo, puesto que las encuestas tienen mucho de error y de subjetividad.

(2) Obviamente que esto está íntimamente relacionado con el ingreso de las personas, pero no necesariamente es coincidente en un 100%, puesto que influyen factores como el ocio que dispone la persona, el nivel de ingresos, el grado cultural, los hábitos de la población, número de miembros de la familia. En consecuencia la valorización del tiempo puede estar por encima del ingreso personal o por debajo, dependiendo como influyen los factores sociales y económicos comentados arriba.

(3) Lo más aconsejable para estimar los costos por tiempo, es remitirse alguna experiencia en Bolivia. Para este efecto, tomaremos el caso de los estudios de transporte realizados en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, con motivo de la elaboración del proyecto de la “Nueva Terminal de Buses”. En este contexto se llego a desarrollar el modelo gravitacional para la proyección de viaje entre varias poblaciones y la ciudad de Santa Cruz de la Sierra. Precisamente este modelo de transporte utiliza el término de costo de transporte que incluye el costo del tiempo de los pasajeros. Este costo tiene que “hacer funcionar el modelo” de manera que es muy adecuado tomar el costo de tiempo como el costo de oportunidad que le dan los pasajeros.

(4) De acuerdo al anterior ejemplo se tiene el siguiente costo:

Costo del tiempo de pasajeros que viajan desde la ciudad de La Paz hacia la ciudad de El Alto = 0.826 \$us / hora

Esto equivale a un ingreso de 158.4 \$us / mes y 1.900,8 \$us / año.

(5) Vemos que esto no coincide con los ingresos medios de una familia, que en la ciudad de La Paz es de 2.793.8 \$us / año (datos INE 2001 gasto por familia), y está muy por encima del límite de pobreza calculado por el BID de 685 \$us/ año.

(6) De estudios realizados se menciona que los habitantes en Bolivia valoran su tiempo en menor proporción que su ingreso. Se puede tomar como una aproximación aceptable un 60% del ingreso medio como valor del tiempo, de donde se tiene:

$$\text{\$us } 2.793,8/12 = \text{\$us/mes } 232,82 / 192 \text{ horas} = 1,21 * 0,6 = 0,726 \text{ \$us/hora}$$

Este valor es asignado tanto para vehículos livianos como vehículos buses.

(7) En el caso de la valorización del tiempo por otros motivos, o tiempo de ocio, no se tiene en el país estudios completos que permitan adoptar criterios confiables para su estimación. Sin embargo tomando la experiencia de países vecinos, donde la valoración económica del tiempo sustraído al trabajo, se estima entre el 20 y 40 por ciento, para el caso del presente estudio de mejoramiento vial, se adopta un valor medio del 30% como el valor económico del tiempo de viaje por otros motivos. Aplicando este parámetro se tiene como resultado:

Cuadro N° 2.4
Valor del Tiempo (en \$us/hora)

Tipo de Vehículo	Valor del Tiempo	Tiempo de Ocio
Livianos y Buses	0,73	$0,73 * 30\% = 0,22$

Fuente: Elaboración propia

(8) Un aspecto muy importante a considerar es la definición de los costos a usar. Ya anteriormente se había mencionado la diferencia entre los aspectos financieros y económicos, sin embargo, a continuación se puntualizan las definiciones usadas por el HDM-4 para los costos financieros y económicos.

2.2.2 Retención de la Carga por Hora

(1) Para determinar este costo nos remitimos a datos del Estudio de Tráfico (Encuesta de Origen Destino) y se tomó, el precio de la coca como mercancía representativa de carga que es transportado desde el mercado de la coca en la zona de Villa Fátima en vehículos livianos como ser automóviles (trufis), y camionetas y se tiene como destino la ciudad de El Alto Zona 12 de Octubre desde donde se embarca en camiones de alto tonelaje para ser transportados hacia el resto del país.

(2) El precio promedio en el mercado de la coca en la ciudad de La Paz alcanza a Bs 1.200,- por “**Taqui**” (bolsa de 50 libras ó 25 kg) es decir 6.857,14 \$us/Ton. (t.c. 7,0 x \$us 1.), se aplica una tasa de interés social del 12,00% anual y la capacidad de los camiones, es decir:

$$\text{Retención de carga} = 6.857,14 \text{ $us/Ton} \times 0,12 / (365 \text{ días} \times 24 \text{ horas})$$

$$\text{Retención de carga} = 0,093 \text{ $us/Ton/hr.}$$

(3) El costo encontrado de retención de la carga, se multiplicó por la capacidad de cada camión y se obtuvo el “Costo de Retención de la Carga” por hora que se refleja en el siguiente Cuadro:

Cuadro N° 2.5
Costo de Retención de la Carga

Tipo de Camión	Capacidad	Costo de Retención 1 Tonelada	Costo Total de Retención de Carga
Camión Mediano	10 Ton.	0,093 \$us/Ton-Hr.	0,939 \$us/Hr.
Camión Grande	25 Ton.	0,093 \$us/Ton-Hr.	2,348 \$us/Hr.

Fuente: Elaboración propia

2.3 Estimación de Beneficios

(1) En la actualidad, los proyectos de vialidad urbana se evalúan social y económicamente cuantificando al menos los beneficios provenientes del ahorro de recursos involucrados en el desplazamiento de vehículos. Estos son tiempo de usuarios, combustible y otros consumos de operación de los vehículos.

2.3.1 Ahorros en Tiempos de Viaje

(1) Todo proyecto de vialidad urbana debería significar un menor tiempo de viaje respecto a la situación actual. Los beneficios por este concepto se calculan haciendo la diferencia entre el tiempo empleado por los usuarios de la vía en la situación sin proyecto y el tiempo empleado por los usuarios en la situación con proyecto.

2.3.2 Ahorros en Costos de Operación

(1) Los costos de operación de los vehículos se dividen en dos grupos:

- Costos de consumo de combustible
- Costos de otros insumos de operación. En estos se incluyen los costos por lubricantes, repuestos, mano de obra por mantención, neumáticos, etc.

(2) Los ahorros en costos de operación debido a la ejecución del proyecto se obtienen al efectuar la diferencia entre los costos de operación de las situaciones sin y con proyecto. Estos han sido estimados en el Modelo HDM-4.

2.3.3 Ahorros por disminución en los Costos de Mantenimiento

(1) Corresponde estimar tanto para la situación base como para las alternativas de proyecto los costos de mantenimiento, durante cada año del horizonte de evaluación.

(2) En la evaluación, el diferencial de los costos de mantenimiento de la situación base respecto de los de cada alternativa, es el ahorro o costo de mantenimiento que genera el proyecto.

2.3.4 Ahorros por la Reducción de Accidentes

(1) Los costos de los accidentes de tráfico para ser introducidos como parte de los beneficios por los ahorros en la disminución de accidentes que deben ser evaluados mediante el HDM IV se clasifican en:

- Accidentes por pérdida de vidas humanas
- Accidentes por lesiones a los usuarios (heridos graves)
- Daños a los vehículos (Para el presente estudio se denomina como daños a la propiedad aparte de los correspondientes a los vehículos involucrados que incluye pérdidas de las cargas)
- Daños a las personas

a) Accidentes por pérdidas humanas y lesiones a los usuarios.

(1) Una metodología simplificada para obtener los costos de accidentes, es teniendo en cuenta sólo el valor de los gastos por heridos y muertos. En nuestro País la entidad encargada del pago por indemnización de daños por heridos graves y fallecimientos es el Seguro Obligatorio de Automotor “SOAT”, entidad que para el 2010 ha establecido el pago en Derechos Especiales de Giro igual a 2.300 DEG (equivalente a \$us 3.720,-) por persona fallecida y un máximo del 75% en caso de heridos graves.

(2) Para determinar el costo por accidente, utilizamos la siguiente expresión matemática:

$$C_{\text{accidente}} = M * C_m + H * C_h$$

Donde:

- M: Número de muertos por accidente de tráfico
- C_m: Costo unitario de una muerte por accidente de tráfico
- H: Número de heridos por accidente de tráfico
- C_h: Costo Unitario de un herido por accidente de tráfico

(3) Por otra parte, para la determinación del número de accidentes en la carretera objeto del presente estudio es importante contar con tasas de siniestros y tasas de mortalidad para inducir de manera apropiada a los vehículos y pasajeros expuestos en la carretera.

(4) El grado de exposición al “riesgo vial” en el Factor Vehículo se determina para la tasa de mortalidad (y de morbilidad) en función de la cantidad de pasajeros expuestos (transportados) y la cantidad de espacio recorrida en circulación (kilómetros), o sea pasajeros/kms; y para la tasa de siniestralidad en función de la cantidad de vehículos y la cantidad del tramo carretero recorrido en circulación (kilómetros), o sea vehículos/kms.

(5) En base a las fuentes mencionadas inicialmente y la relación con el Proyecto en estudio, procedemos a determinar los diferentes resultados que permitirán cuantificar el costo de accidentes.

Datos Base:

Nº de accidentes en la autopista en los últimos 5 años = 866

Nº de accidentes c/muerte promedio últimos 5 años = 5

Nº de accidentes c/personas heridas promedio últimos 5 años = 125

Tasa de mortalidad departamental = 12 x cada 100.000 habitantes

Costo unitario de muerte por accidente de tráfico pagado por el SOAT = \$us 3.720,-

Costo unitario de un herido por accidentes de tráfico = \$us 2.790,--

Longitud del Tramo: 10,600 kms

Nº de pasajeros promedio x vehículo tipo de transporte público según TPDA año base 2011. (ver cuadro de cálculo auxiliar)

Tasa de Siniestralidad Vial Grave.- Esta tasa nos permite ponderar la cantidad de siniestros viales graves (que su consecuencia tenga como mínimo un lesionado con fractura) en función a la exposición al riesgo.

Cálculo Auxiliar

Tipo de Vehículo	Nº de Vehículos	Promedio Pas/veh.	Total Nº Pasajeros	Longitud Tramo (km)	Km/año/Total
Minibuses	15.547	15	233.205	10,6	2.471.973,20
Micro bus	51	21	1.071	10,6	11.352,60
Bus mediano	1022	35	35.770	10,6	379.162,03
Bus grande	731	45	32.895	10,6	348.687,02
Total	17.351		302.941	10,6	3.211.174,60

Determinación de la Tasa

Accidentes Graves cada 100.000 Km/Veh.

	Total Nº de Pasajeros	Nº de Accidentes	Km/Veh/año	Tot/Km/Veh	Acci/Km-Veh.
Pasajeros	302.941	130	6.333.115	3.211.174,60	4,04

La tasa encontrada es igual a 4,04, la misma que será aplicada al número de accidentes ocurridos en el tramo de la carretera en estudio.

Tasa de Mortalidad Vial.- En este caso el grado de exposición de riesgo se pondera en función de la cantidad de pasajeros expuestos y el espacio durante el cual están en riesgo (kilómetros).

Cálculo Auxiliar

Pasajeros	Minibus	Micro bus	Bus mediano	Bus grande
Carga Media	15	21	35	45

El promedio simple de pasajeros que ocupan los cuatro tipos de vehículos nos da **29/pasajeros/vehículo**

Determinación de la Tasa

Muertos cada 100.000 Km/Veh.

	Nº Pasajeros Y Vehículos	Nº de Muertos	Tot/Km/Veh	Carga Media	Pasaj-Km	Muerte Pasaj/Km
Pasajeros	302.941	5	3.211.174,60	29,00	99.888.736	0,15

La Tasa de Siniestralidad del Transporte Automotor de Buses de Pasajeros ponderada en función de los kilómetros recorridos resulta ser igual a 15%.

Valoración Económica

Con los datos encontrados procedemos a su valoración económica aplicando la metodología de cálculo adoptada y según disposiciones vigentes aplicando las tarifas por accidentes del SOAT.

$$C_{\text{accidente}} = M * C_m + H * C_h$$

$$C_{\text{accidentes}} = 5 * (0.15) * 3.720 \text{ \$us/persona} + 130 * (3,77/100) * \$us 2.790 \text{ \$us/persona}$$

$$C_{\text{accidentes}} = 2.790 \text{ \$us/persona} + 14.682 \text{ \$us/persona}$$

$$C_{\text{accidentes}} = 17.472 \text{ \$us/total/personas (2)}$$

² El valor determinado de \$us 17.472 es referencial y con fines comparativos. El dato que se introduce al modelo HDM IV es igual al costo unitario de \$us 3.720 por muerte y el costo por herido igual a \$us 2.790.

3. COSTOS DE INVERSION Y DE MANTENIMIENTO

3.1 Costos de Inversión a Precios de Mercado

(1) Los costos de inversión previstos para la inversión inicial corresponden a los montos indicados en el presupuesto de la obra, estos costos corresponden a los costos directos de construcción de acuerdo a lo obtenido en el análisis de cómputos métricos y posterior cuantificación económica de los mismos desarrollados en el contexto de este estudio.

(2) Se estima que la inversión se realizará de acuerdo a cronograma de ejecución de obras cuyo inicio está previsto para el año 2014 con un plazo de construcción de 2 años comenzando a operar la vía con sus nuevas características de diseño geométrico y pavimento en el año 2016 (primer año de operación), si se organiza la obra con este objetivo.

(3) El proyecto se inicia en el Distribuidor Montes altura calle Cap. Echavarría y finaliza en el peaje en la ciudad de El Alto y consta de una longitud de 10.6 km.

- Inicio Km. 0+000 a Km. 10+600 L=10.600 mts.

(4) Los costos de inversión lo componen los costos de construcción directos y costos indirectos.

3.1.1 Costos de Construcción

(1) El presupuesto general de los costos de construcción se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 3.1

COSTO DE CONSTRUCCION			
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AUTOPISTA			
LA PAZ-EL ALTO			
Longitud del Proyecto: 10+600 Km.			T.C. = 6.97 Bs.
RUBRO	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL	
		Bs.	\$us.
	COSTOS DIRECTOS		
1.	OBRAS PRELIMINARES	3.881.725,01	557.719,11
2.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	6.738.612,49	968.191,45
3.	PAVIMENTACIÓN	107.786.544,39	15.486.572,47
4.	OBRAS DE DRENAJE	19.020.451,07	2.732.823,43
5.	PUENTES, VIADUCTOS Y PASARELAS	16.007.551,50	2.299.935,56
6.	ILUMINACIÓN	13.549.643,16	1.946.787,81
7.	OBRAS COMPLEMENTARIAS	22.675.193,98	3.257.930,17
8.	SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN VIAL	8.142.524,46	1.169.902,94
9.	SERV. CAMPO SUP. Y FISCALIZACION	3.457.336,85	496.743,80
a	SUBTOTAL (1+2+3+4+5+6+7+8)	201.259.582,91	28.916.606,74
	MEDIDAS AMBIENTALES		
	PRP	1.672.138,40	240.249,77
	PASA	144.791,94	20.803,44
	PPM	1.438.045,83	206.615,78
b	SUBTOTAL	3.254.976,17	467.668,99
c	TOTAL COSTO DIRECTO DE CONSTRUCCION (a+b)	204.514.559,08	29.384.275,73

Fuente: Capítulo de Costos y Presupuestos del Proyecto

3.1.2 Costos Indirectos

(1) A los costos directos de construcción de obras civiles, adicionalmente y para fines de licitación y financiamiento se deben considerar otros costos adicionales denominados Costos Indirectos como consecuencia de la construcción de la autopista La Paz El Alto, estos costos son: Costos de Supervisión; Fiscalización; y Gastos de Licitación Administración e Imprevistos, estos costos se consideran de forma separada para tenerlos plenamente identificados.

(2) Es conveniente explicar que los costos de Supervisión resultan ser el porcentaje de los costos directos (por lo general entre 5% a 12% de acuerdo a la longitud del tramo) para el proyecto a fin de no encarecer los costos se ha asumido el 7,25% para Supervisión. Para el costo de Fiscalización corresponde un porcentaje de los costos directos de construcción, en el proyecto se ha asumido el porcentaje del 1%; Finalmente está el ítem de Gastos de Licitación, Administración e Imprevistos, que de igual manera resulta un porcentaje de los Costos Directos, a fin de poder prever los gastos que se incurra en proceso de Licitación de Obras, para el presente proyecto se ha asumido el porcentaje del 10,16%.

(3) En el cuadro siguiente se presenta el costo total del proyecto expresado en moneda nacional (Bs) y extranjera (\$us).

Cuadro N° 3.2

COSTO TOTAL			
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AUTOPISTA			
LA PAZ-EL ALTO			
Longitud del Proyecto: 10+600 Km.		T.C. = 6.97 Bs.	
RUBRO	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL	
		Bs.	\$us.
	COSTOS DIRECTOS		
1.	OBRAS PRELIMINARES	3.881.725,01	557.719,11
2.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	6.738.612,49	968.191,45
3.	PAVIMENTACIÓN	107.786.544,39	15.486.572,47
4.	OBRAS DE DRENAJE	19.020.451,07	2.732.823,43
5.	Puentes, Viaductos y Pasarelas	16.007.551,50	2.299.935,56
6.	ILUMINACIÓN	13.549.643,16	1.946.787,81
7.	OBRAS COMPLEMENTARIAS	22.675.193,98	3.257.930,17
8.	SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN VIAL	8.142.524,46	1.169.902,94
9	SERV. CAMPO SUP. Y FISCALIZACION	3.457.336,85	496.743,80
a	SUBTOTAL (1+2+3+4+5+6+7+8)	201.259.582,91	28.916.606,74
	MEDIDAS AMBIENTALES		
	PRP	1.672.138,40	240.249,77
	PASA	144.791,94	20.803,44
	PPM	1.438.045,83	206.615,78
b	SUBTOTAL	3.254.976,17	467.668,99
c	TOTAL COSTO DIRECTO DE CONSTRUCCION (a+b)	204.514.559,08	29.384.275,73
	COSTOS INDIRECTOS		
d	Costo de supervisión (7,25% de c)	14.831.550,57	2.130.969,91
e	Costo de Fiscalización (1% de c)	2.045.145,59	293.842,76
f	Imprevistos (10,16% de c)	20.788.904,73	2.986.911,60
g	Auditoria, Evaluación y Monitoreo	1.419.840,00	204.000,00
e	COSTO TOTAL DEL PROYECTO (c+d+e+f+g)	243.599.999,97	35.000.000,00

Fuente: Elaboración en base al cuadro N° 3.1

3.2 Costos de Inversión a Precios Económicos

(1) Los valores presentados anteriormente, representan costos financieros o costos a precios de mercado. Para la Evaluación Económica se requieren los costos económicos, los cuales se determinan en función de los anteriores precios financieros y/o de mercado pero aplicando las razones precios/ cuenta.

(2) Para determinar los costos económicos se recurrió a utilizar factores de precio/ cuenta, que se aplicaron a los componentes de los costos de construcción. Los factores de precio/cuenta se aplicaron a cada uno de los componentes para así obtener al final un costo económico del total de presupuesto del proyecto.

(3) Considerando que los impuestos y aranceles son meras transferencias que deben ser descontadas de los precios de mercado, por tanto para la conversión de precios financieros a precios económicos se restan los impuestos a los primeros.

(4) De la aplicación de la razones precio/cuenta al presupuesto de inversión, se presenta los costos a precios económicos del Proyecto desglosado por componentes. Para proceder con la discriminación de los insumos por tipo de origen nacional e importado y de la mano de obra se analizó el presupuesto desglosado que brinda el paquete especializado para costos y presupuestos "Quark", el cual es de amplia utilización y aceptado por la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC).

Cuadro No. 3.3
CONVERSION DE COSTOS FINANCIEROS A ECONOMICOS
(Expresado en dólares americanos)

Nº	DESCRIPCION	Precio Financiero	RPCE	Precio Económico
1.	COSTOS DE CONSTRUCCION			
1.1	MATERIALES	17.448.079,11		19.021.682,08
	Materiales Importados	6.556.679,04	1,24	8.130.282,01
	Materiales Nacionales	10.891.400,07	1,00	10.891.400,07
1.2	MANO DE OBRA	3.234.504,77		1.350.864,24
	Mano de Obra Calificada	913.799,47	1,00	913.799,47
	Mano de Obra No Calificada Urbana	901.736,70	0,23	207.399,44
	Cargas Sociales	998.544,91	0,23	229.665,33
	Impuesto al Valor Agregado (IVA)	420.423,69	0,00	0,00
1.3	EQUIPO Y MAQUINARIA	2.499.123,43		3.042.213,48
	Equipo Importado	2.262.875,20	1,24	2.805.965,25
	Equipo Nacional	75.360,86	1,00	75.360,86
	Herramientas	160.887,37	1,00	160.887,37
1.4	GASTOS GENERALES, UTILIDAD E IMPUESTOS	5.734.899,43		4.868.158,56
	Gastos Generales	2.318.170,74	1,00	2.318.170,74
	Utilidad	2.549.987,82	1,00	2.549.987,82
	Impuesto a las Transacciones (IT)	866.740,87	0,00	0,00
	SUBTOTAL COSTO DE CONSTRUCCION	28.916.606,74		28.282.918,36
2.	MEDIDAS AMBIENTALES			
2.1	Programa de Reposición de Propiedad (P.R.P)	298.283,07	1,00	298.283,07
	PASA	17.081,89	1,00	17.081,89
2.2	PPM	152.304,03	1,00	152.304,03
	SUBTOTAL MEDIDAS AMBIENTALES	467.668,99		450.587,10
	TOTAL COSTO DIRECTO DE CONSTRUCCION	29.384.275,73		28.733.505,46
3.	COSTOS INDIRECTOS			
3.1	Supervisión (7,25% s/CDC)	2.130.969,91	1,00	2.130.969,91
3.2	Fiscalización (1% s/CDC)	293.842,76	1,00	293.842,76
3.3	Gastos Administrativos e Imprevistos (10,16% s/CDC)	2.986.911,60	1,00	2.986.911,60
3.4	Auditoria, Evaluación y Monitoreo	204.000,00	1,00	204.000,00
	SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS	5.615.724,27		5.615.724,27
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO	35.000.000,00	0,98	34.349.229,73
	LONGITUD DEL PROYECTO: KM		10,600	
	COSTO \$US/KILOMETRO	3.301.886,79		3.240.493,37

Fuente: Elaboración Propia, en base a Costos y Presupuestos del Proyecto.

(5) Según el cuadro anterior, se observa que el costo total del proyecto a precios de mercado asciende a \$us 35.000.000,00 en tanto que el costo total a precios económicos resulta ser de \$us 34.240.493,37 menor en relación al primero debido a la corrección de las razones precio cuenta de eficiencia (RPCE) aplicados a los costos financieros.

(6) De la misma manera se ha determinado que el costo por kilómetro a precios financieros o de mercado resulta ser de \$us/km 3.301.886 y a precio económico de \$us/km 3.240.493.

3.3 Costos de Mantenimiento

(1) A su vez los costos unitarios de mantenimiento que se han utilizado en las modelaciones efectuadas, de modo de determinar el perfil de flujos de conservación son las cifras medias extractadas del Capítulo correspondiente al Programa de Mantenimiento del Proyecto. Estos valores se refieren para un tipo de pavimentado rígido en la situación Sin y Con Proyecto, según se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 3.4
Costos de Actividades de Mantenimiento Vial

ACTIVIDADES	Unidad	Costo Parcial	Costo Financiero	Costo Económico
Sello de Juntas			13,93	13,65
Reposición Juntas Transversales				
E = 23 cm	\$us/ml	16,89		
E = 30 cm	\$us/ml	26,8		
Reposición de Juntas Longitudinales	\$us/ml	9,68		
Sello de Grietas	\$us/ml	2,34		
Reparación de Losa Pav. Hormigón	\$us/m2		25,41	24,90
Mantenimiento Rutinario	\$us/km/año		276.981	271.441
Fuente: Plan de Mantenimiento IPA/Transtec 2011				

(2) Se han descrito actividades en base al programa de mantenimiento propuesto que a juicio del Consultor deben ser considerados para la introducción de datos y modelación con el HDM-4.

4. EVALUACION SOCIO ECONOMICA

(1) El objetivo de la evaluación socio-económica del proyecto es medir el impacto del proyecto sobre el nivel de bienestar socio-económico del país y contrastar los beneficios con los costos estimados a valores sociales y económicos. Se determina el flujo de recursos reales utilizados y producidos por el proyecto, valorado con los precios sociales establecidos anualmente por el Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo (VIPFE).

(2) Los resultados de la evaluación socioeconómica y financiera determinarán la alternativa económica, técnica, social y ambientalmente recomendable para las obras de rehabilitación y mejoramiento de la Autopista La Paz - El Alto permitirán determinar la conveniencia de la ejecución del proyecto.

(3) Por tanto, el propósito del análisis es establecer los beneficios económicos resultantes de la inversión propuesta. Esto difiere de un análisis financiero, más relacionado con los métodos de financiación de un proyecto y su rentabilidad financiera. La viabilidad económica del proyecto se evalúa por comparación con una alternativa base (es decir, sin realización del proyecto). Las alternativas a evaluarse son:

- Sin proyecto: conservar la autopista en su estado existente.
- Con proyecto: varias alternativas de diferentes estructuras de pavimento, seguido de la conservación adecuada de cada una de ellas.

(4) El análisis del flujo de costos y beneficios se usa para definir la viabilidad económica de las diferentes alternativas y así establecer cuál es la más ventajosa y cuándo es el momento más oportuno para realizar la inversión. El análisis económico se puede usar también para comparar distintos estándares técnicos o estrategias de inversión.

4.1 Hipótesis Asumidas para la Corrida del HDM – IV

(1) Para la Rehabilitación de la Autopista se tiene prevista la colocación sobrecarpeta de Pavimento Rígido de 30 cm sobre la actual capa de Pavimento Rígido. Esta estructura de **Pavimento Rígido sobre Pavimento Rígido** no es una configuración que se pueda modelar con el programa *HDM-4 v1.3*. En vista de esta situación, y evaluadas distintas alternativas de modelación, se ha optado por simular la Condición Base considerando una Mezcla Bituminosa de Alta Resistencia, a la cual se le incorporaría una Mejora mediante una sobrecapa de Pavimento Rígido.

(2) Por lo tanto, para la Situación Base se ha procurado representar de la forma más aproximada posible un Pavimento Rígido a partir de la variables de un Pavimento Bituminoso, para lo cual se ha considerado una mezcla bituminosa de 40 cm de espesor con un número estructural igual a 7 que descansaría sobre una base estabilizada a nivel de explanada con un CBR de 40% y un Módulo Resiliente de 40 GPA.

(4) Por su parte, para la situación Con Mejora no han habido consideraciones especiales por lo que se la modeló tal y como está proyectada en el diseño: como una losa de Hormigón de sobrepuesta a la estructura existente y una losa de esanche de 30 cm de espespsor. Tanto

para las alternativas *Sin Proyecto* y la *Con Proyecto* se han incluido los respectivos estándares de conservación.

(5) Si bien la modelación del proyecto con el Software HDM-4 ha tenido características especiales e hipótesis excepcionales, consideramos que la presente modelación y sus resultados se encuentran del lado de la seguridad del proyecto. Prueba de ello es el análisis de Sensibilidad que se presenta en el punto 5 donde se muestran escenarios bastante desfavorables para la modelación y el proyecto sin que esto afecte de manera determinante los indicadores de rentabilidad.

(6) Podemos concluir entonces que las **limitaciones** del Modelo HDM-4, que se ha puesto en evidencia en la presente modelación, no afectarían significativamente la rentabilidad del proyecto en estudio. Resultan además aceptables porque no existe otra herramienta al nivel de este software para analizar el proyecto de esta manera. Otras opciones de análisis como el empleo de planillas parametrizadas no consideran el deterioro del pavimento y su influencia en los costos de operación vehicular.

4.2 Cálculo de los indicadores económicos

(1) Los indicadores económicos se calculan usando los flujos de beneficios y costos resultantes de las diferentes comparaciones entre opciones de inversión siempre para escenarios con proyecto y sin proyecto. En cada par de opciones de inversión comparadas, los beneficios netos y los costos, de la implantación de una u otra, se calculan año por año. En todos los casos, la opción de inversión “*m*” se compara con la opción “*n*” (que es el caso base). Los siguientes indicadores económicos se calculan a partir de los flujos de costos y de beneficios, con una tasa de descuento especificada por el usuario:

- Valor neto actual - VAN
- Tasa interna de retorno - TIR
- Relación coste/beneficio neto – BCR

4.2.1 Valor Actual Neto (VAN)

(1) Es el valor actualizado de los costos y beneficios del proyecto, con una cierta tasa de descuento “*r*”.

Fórmula : Valor Actual Neto (VAN)

$$VAN = -I + \sum_{i=0}^{i=n} \frac{B_n}{(1+r)^n}$$

donde:

I = Inversión social del proyecto, es decir inversión privada, con correcciones de los ítemes de mano de obra y divisa de acuerdo a las razones precios cuenta definidos.

B_n = Beneficios generados por el proyecto en el año *n*

i = Tasa social de descuento, valor que es definido por el Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo (VIPFE) y que equivale al costo alternativo del dinero destinado al proyecto.

4.2.2 Tasa interna de Retorno (TIR)

(1) La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de descuento en la que VAN es cero. Se calcula resolviendo la relación implícita de r^o :

$$\sum_{y=1}^Y \frac{NB_{y(m-n)}}{[1 + 0.01 * r^o]^{(y-1)}} = 0$$

(2) La TIR no ofrece indicaciones del tamaño de los costos o beneficios de una inversión; sirve como una guía de rentabilidad de la inversión: cuanta más alta, mejor. Si la TIR calculada es mayor que la tasa de descuento proyectada (que aquí corresponde al 12,67%), entonces la inversión está económicamente justificada.

4.2.3 Relación Beneficio/Costo (RBC)

(1) La Relación Beneficio/Costo (RBC) de la opción de inversión “ m ”, sobre la opción base “ n ”, se calcula de la siguiente manera:

$$BCR_{(m-n)} = \frac{NPV_{(m-n)}}{C_m} + 1$$

Donde:

BCR (m-n): relación beneficio/costo de la opción “ m ” sobre la opción base “ n ”
 NPV(m-n) : beneficio neto total descontado de la opción “ m ” sobre la opción básica “ n ”. (Esto es el VAN en la tasa de descuento “ r ”)
 Cm: costos totales descontados de la administración al implantar la opción de inversión “ m ”

(2) Si el NPV (m-n) o VAN (m-n) es cero, entonces (VAN/C) (m-n) es cero. Estas relaciones ofrecen un indicador de la rentabilidad de la opción de inversión “ m ” sobre la opción base “ n ” en una tasa de descuento definida. Esta medida elimina la predisposición del VAN hacia opciones de proyecto costosas, pero como el TIR, no ofrece indicadores de la magnitud de los costos o beneficios implicados.

4.3 Resultados Obtenidos de la Evaluación Económica

(1) El resultado de de los indicadores de rentabilidad y del comportamiento de la carretera, se presenta en los reportes extractados del HDM-4 el cual se efectuó la corrida considerando la alternativa definida.

Cuadro N° 4.1
Reportes del HDM Alternativa Sin y con Proyecto

HDM - 4
HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Resumen del análisis económico

Nombre del estudio: **Autopista La Paz - El Alto (TI)**

Fecha ejecución: **12-12-2012**

Este informe muestra los beneficios económicos totales usando:

Moneda: US Dollar (millones).

Tasa de descuento: 12,00%.

Modo de Analisis: Por Proyecto

Alternativa: SOB HORM NO ADHERIDA vs Alternativa: ALT BASE

	Incremento en costes de la Administración			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes de tiempo de viaje de TM	Ahorros en costes de viaje y de operación de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exogenos neto	Beneficio Economico Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	43,03	-31,65	0,00	1,216,56	372,79	0,00	0,00	0,00	1,577,96
Descontados	34,24	-11,62	0,00	298,41	90,29	0,00	0,00	0,00	366,08

Tasa Interna de Retorno Economica (TIRe) = 63,1% (No. de soluciones = 1)

(2) Del análisis de los resultados obtenidos se observa que la alternativa definida muestra indicadores positivos siendo el VAN (descontado) igual a 366,08 millones de dólares americanos y la TIRe es igual a 63,1% mayor en relación a la tasa social de descuento asumida igual al 12,00%, por tanto desde el punto de vista socioeconómico es factible.

Cuadro No. 4.2
Reportes del HDM Alternativa Sin y con Proyecto

HDM - 4
HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Relaciones Beneficio Coste

Nombre del estudio: **Autopista La Paz - El Alto (TI)**

Fecha de ejecución: **12-12-2012**

Moneda: **US Dollar (millones)**

Tasa de descuento: **12,00%**.

Alternativa	Valor actual de los costes totales de la administración (RAC)	Valor actual de los costes de capital de la administración (CAP)	Incremento en Costes de la Administración (C)	Disminución en Costes de los Usuarios (B)	Beneficios Exógenos Netos (E)	Valor Actual Neto (VAN = B + E - C)	Ratio VAN/Coste (VAN/RAC)	Ratio VAN/Coste (VAN/CAP)	Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)
ALT BASE	11.620	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0,000	0,000	0,000
SOB HORM NO ADHERIDA	34.240	34.240	22.620	388.701	0.000	366.081	10,692	10,692	63,1 (1)

El numero entre parentesis es el numero de soluciones de la TIR en el rango -90 a +900

(3) De acuerdo al anterior reporte se muestra que la relación beneficio costo respecto al flujo de beneficios vs costos de capital es igual a 10,692 mayor a la unidad, por tanto este indicador de igual manera refleja la factibilidad socioeconómica del Proyecto con la alternativa definida.

4.4 Resultados de la Evolución del Pavimento

(1) Aunque inicialmente se consideraron tres posibles alternativas de mejora de superficie de rodamiento con modificación del eje, para efectos del análisis económico con el modelo HDM-4 se ha definido la alternativa referida al sobre hormigón definida como la alternativa más viable según el análisis realizado anteriormente.

(2) Respecto a la evolución del pavimento en el horizonte del proyecto, el IRI (Índice de Regularidad Internacional) el siguiente gráfico permite observar la evolución de las condiciones de un Pavimento, en las situaciones Sin Proyecto (Alternativa Base) y Con proyecto Alternativa Sobre hormigón no adherido.

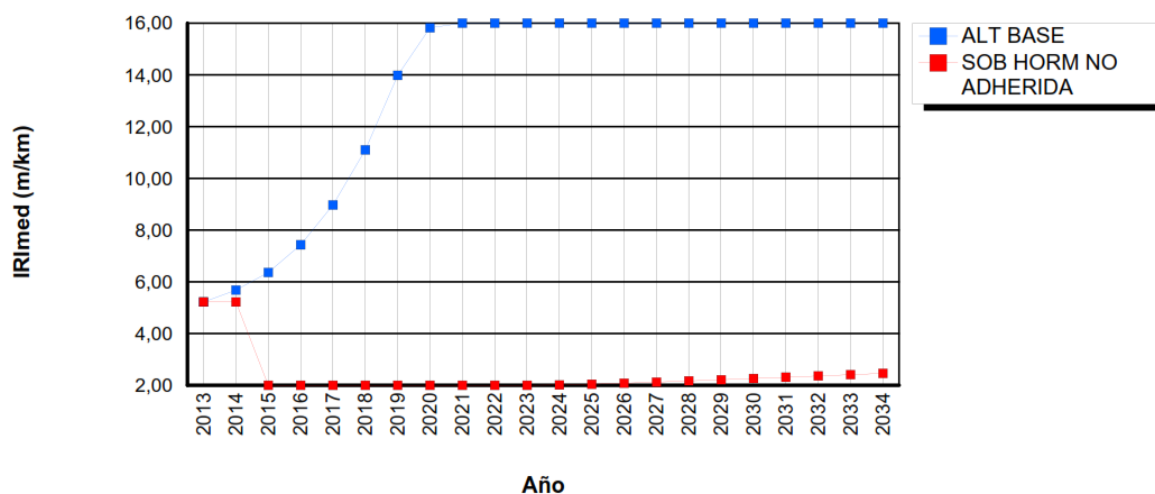
Figura N° 4.1

HDM - 4 Gráfico de Regularidad Media por Alternativa de Proyecto

Nombre del Estudio: Autopista La Paz - El Alto (TI)

Fecha de Ejecución: 12-12-2012

Regularidad Media (IRImed) por Proyecto (ponderado según longitud de tramo)



(3) De acuerdo a la figura anterior se observa que la Alternativa Base, en la situación actual dada las condiciones deficientes del tramo en cuestión requiere en lo inmediato la colocación de una capa de refuerzo la cual renueva la capacidad estructural del tramo, o en su caso una reconstrucción total del pavimento. La Alternativa Base, requerirá además de las operaciones rutinarias, las cuales han sido modeladas de tal forma que son aplicadas anualmente.

(4) La alternativa de construcción con “sobre hormigón no adherida” muestra un comportamiento más estable y duradero con rangos de IRI aceptables.

(5) El deterioro natural que presentará el pavimento de hormigón se deberá al crecimiento del tráfico y las condiciones de su estructura. Sin embargo según la gráfica de regularidad

media, se observa que la alternativa “sobre hormigón no adherida” presenta un menor desgaste con IRI igual a 2 y menor a 3, por tanto técnicamente es recomendable la construcción con esta alternativa.

5. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

(1) La implementación del presente Proyecto no debería presentar riesgos importantes desde el punto de vista constructivo, ya que existe suficiente experiencia en el País. Estos riesgos pueden minimizarse aún más si se utilizan contratistas que realicen un estricto diseño y control de calidad de las mezclas asfálticas, así como un control físico y financiero de las obras.

(2) Un riesgo o incertidumbre que se considera típicamente en estos casos es la disponibilidad de los fondos de contrapartida para la inversión inicial del proyecto, pero esto no sería criterio en este caso, ya que en el monto presupuestado para la ejecución de las obras estarían garantizados por el Gobierno Nacional y fondos de crédito del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y fondos de contrapartida de parte de la Gobernación del Departamento de La Paz provenientes del IDH para este tipo de obras.

(3) Por otro lado, existe un cierto riesgo en el sentido que se efectúe realmente la planificación, presupuesto y ejecución del mantenimiento rutinario y periódico durante la vida del proyecto, sin embargo toda vez que la carretera se concluya y al ser parte de la Red Fundamental el mantenimiento de la misma estaría a cargo de la ABC Administradora Boliviana de Carreteras institución que se encarga de gran parte del mantenimiento vial en el país.

(4) Al presentar valores positivos, los indicadores económicos VANe y TIRe los mismos que se encuentran muy por encima de la tasa social de descuento (12.00%), una variación en más menos del 10% no afectará los resultados económicos para el proyecto, por tanto las variables a analizar no presentan mayor sensibilidad.

(5) En forma paralela a la modelación en HDM, se realizaron análisis de sensibilidad de cada las variables costos y beneficios en forma individual y combinada. Este análisis es de suma utilidad ya que permite comprender más fácilmente el funcionamiento del modelo y la interacción entre estas variables.

(6) Los análisis de sensibilidad fueron realizados en hojas de cálculo a partir del Flujo de Costos descontados y no descontados que forman parte de los resultados de la Modelación con el HDM-4.

Los escenarios evaluados fueron:

- 1er Escenario.
Incremento de los Costos en un 20%
- 2do Escenario.

Disminución de los Beneficios en un 20%

- 3er Escenario.

Incremento de los Costos en un 10%. Disminución de los Beneficios en un 10%

Los resultados de estos escenarios fueron evaluados en función a los indicadores VAN y TIR:

DESCRIPCIÓN	COSTES	BENEFICIOS	VAN	TIR
Situación Base			366.08	63.10
Escenario 1	+20%		361.56	57.24
Escenario 2		-20%	288.34	56.01
Escenario 3	+10%	-10%	324.95	56.69

6. CONCLUSIONES

(1) En el Estudio de Identificación (EI) del Proyecto Autopista La Paz El Alto, se ha considerado para el proyecto tres alternativas de construcción, siendo las mismas las siguientes:

Alternativa 1. SOB. HORM. NO ADHERIDA CON EJE MODIFICADO: Construcción de sobre carpeta de pavimento rígido no adherida sobre la carpeta existente, realizando mejoras al alineamiento horizontal y vertical con tres carriles por calzada.

Alternativa 2. ASFALTO NUEVO CON EJE MODIFICADO: Reconstrucción del paquete estructural con carpeta de concreto asfáltico. Descartando o desechando la carpeta de pavimento rígido existente, con cambio parcial del eje actual y tres carriles por calzada más berma de 1 m.

Alternativa 3. HORMIGON NUEVO CON EJE MODIFICADO: Reconstrucción del pavimento rígido. Descartando o desechando la carpeta de pavimento rígido existente, con eje modificado y tres carriles por calzada más berma de 3 m.

(2) La alternativa elegida según la viabilidad técnico económica resulto ser la Alternativa 1. Construcción según el diseño geométrico con tres carriles por calzada y carpeta de hormigón sobre el actual con características no adheridas.

(3) De acuerdo a las corridas efectuadas en el Modelo HDM 4, se concluye que el Proyecto presenta indicadores favorables tanto del VAN (Valor Actual Neto) y TIR (Tasa Interna de Retorno) para la alternativa seleccionada.

(4) Es importante señalar, que los indicadores favorables es consecuencia de los beneficios resultado del ahorro en costos de operación de los vehículos y del ahorro del tiempo para pasajeros, datos que fueron calculados en base a costos unitarios de las características vehiculares, tiempo de pasajeros y modelados en el HDM 4.

(5) Efectuada la Evaluación Socioeconómica y Privada del Proyecto y al efectuar una análisis de los resultados de la modelación (ver anexos), podemos concluir lo siguiente:

- El análisis fue efectuado para el horizonte de la vida útil del Proyecto es de 20 años. La alternativa viable constructiva es con Sobre Hormigón No Adherida.
- Para la evaluación del proyecto se tomó la totalidad del tramo Autopista La Paz El Alto efectuándose el análisis con el presupuesto total determinado en los estudios de ingeniería.

(6) Se concluye que el proyecto desde el punto de vista socioeconómico es factible y de la evaluación privada se muestra que es rentable para el inversionista. De igual manera desde la óptica del análisis técnico la alternativa definida constructivamente es la más factible.

(7) De otra parte se menciona que por las características actuales que presenta con paradas de transporte público, pasos peatonales, zonas urbanas en crecimiento adyacentes a la vía, etc., el proyecto en estudio cambia de categoría y no puede considerarse una autopista y pasa a ser más bien una vía urbana multicarril.

(8) Respecto al financiamiento, dependerá la disponibilidad de fondos de parte del Tesoro General de la Nación o el contar con financiamiento de entidades de origen extranjero y/o países amigos.

(9) Por todo lo expuesto en los contenidos de todo el estudio, una vez asegurado el financiamiento, se recomienda que el presente proyecto pase a la siguiente fase de licitación y construcción.

No.	No.	Tipo de Entidad	Longitud (m)	Radio de Curva (m)	Prog. (Km) Inicio	Ángulo Delta	PI Ángulo Incluido		PI Prog. (Km)	PI Coord.
1	1	Line	174.542m		-0+152.09m					
2,1	2	Spiral-Curve-Spiral	63.000m		0+022.45m	7.5201 (d)				
2,2	2	Spiral-Curve-Spiral	23.538m	240.000m	0+085.45m	5.6192 (d)	159,341 (d)	20,659 (d)	0+097.23m	(591484.4941m,8176712.7479m)
2,3	2	Spiral-Curve-Spiral	63.000m		0+108.99m	7.5201 (d)				
3	3	Line	61.397m		0+171.99m					
4	4	Curve	30.124m	410.000m	0+233.38m	4.2098 (d)	175,790 (d)	4,210 (d)	0+248.45m	(591375.4186m,8176817.3054m)
5	5	Line	60.864m		0+263.51m					
6,1	6	Spiral-Curve-Spiral	30.000m		0+324.37m	3.8197 (d)				
6,2	6	Spiral-Curve-Spiral	35.810m	225.000m	0+354.37m	9.1191 (d)	163,242 (d)	16,759 (d)	0+372.31m	(591296.6291m,8176912.8448m)
6,3	6	Spiral-Curve-Spiral	30.000m		0+390.18m	3.8197 (d)				
7	7	Line	1.703m		0+420.18m					
8	8	Curve	40.341m	1000.000m	0+421.88m	2.3114 (d)	177,689 (d)	2,311 (d)	0+442.06m	(591266.9760m,8176976.0230m)
9	9	Line	83.376m		0+462.23m					
10,1	10	Spiral-Curve-Spiral	63.000m		0+545.60m	8.2037 (d)				
10,2	10	Spiral-Curve-Spiral	39.812m	220.000m	0+608.60m	10.3684 (d)	153,224 (d)	26,776 (d)	0+628.56m	(591193.8864m,8177147.3523m)
10,3	10	Spiral-Curve-Spiral	63.000m		0+648.41m	8.2037 (d)				
11	11	Line	32.982m		0+711.41m					
12,1	12	Spiral-Curve-Spiral	63.000m		0+744.40m	8.2037 (d)				
12,2	12	Spiral-Curve-Spiral	41.549m	220.000m	0+807.40m	10.8208 (d)	152,772 (d)	27,228 (d)	0+828.23m	(591053.6410m,8177289.1738m)
12,3	12	Spiral-Curve-Spiral	63.000m		0+848.94m	8.2037 (d)				
13	13	Line	273.678m		0+911.94m					
26,2	26	Spiral-Curve-Spiral	140.979m	220.000m	3+336.99m	36.7159 (d)	126,877 (d)	53,123 (d)	3+410.00m	(590577.8371m,8179596.8179m)
26,3	26	Spiral-Curve-Spiral	63.000m		3+477.97m	8.2037 (d)				
27	27	Line	102.192m		3+540.97m					
28,1	28	Spiral-Curve	42.000m		3+643.16m	1.7300 (d)				
28,2	28	Spiral-Curve	164.975m	695.500m	3+685.16m	13.5908 (d)	164,679 (d)	15,321 (d)	3+768.04m	(590923.9711m,8179704.5916m)
29	29	Curve	339.444m	139.600m	3+850.14m	139.3173 (d)	40,683 (d)	139,317 (d)	4+226.69m	(591321.7224m,8179934.5244m)
30,1	30	Curve-Spiral	119.303m	147.900m	4+189.58m	46.2173 (d)	118,481 (d)	61,519 (d)	4+252.69m	(590889.6339m,8180015.7877m)
30,2	30	Curve-Spiral	79.000m		4+308.88m	15.3021 (d)				
31	31	Line	132.981m		4+387.88m					
32,1	32	Spiral-Curve-Spiral	79.000m		4+520.86m	12.9325 (d)				
32,2	32	Spiral-Curve-Spiral	5.174m	175.000m	4+599.86m	1.6940 (d)	152,441 (d)	27,559 (d)	4+602.45m	(590643.2018m,8179760.6769m)
32,3	32	Spiral-Curve-Spiral	79.000m		4+605.04m	12.9325 (d)				
33	33	Line	92.377m		4+684.04m					
34,1	34	Spiral-Curve-Spiral	78.000m		4+776.42m	10.9002 (d)				
34,2	34	Spiral-Curve-Spiral	67.076m	205.000m	4+854.42m	18.7473 (d)	139,452 (d)	40,548 (d)	4+888.26m	(590389.0288m,8179631.7457m)
34,3	34	Spiral-Curve-Spiral	78.000m		4+921.49m	10.9002 (d)				

No.	No.	Tipo de Entidad	Longitud (m)	Radio de Curva (m)	Prog. (Km) Inicio	Ángulo Delta	PI Ángulo Incluido		PI Prog. (Km)	PI Coord.
35	35	Line	75.543m		4+999.49m					
36,1	36	Spiral-Curve-Spiral	66.000m		5+075.03m	4.7269 (d)				
36,2	36	Spiral-Curve-Spiral	27.978m	400.000m	5+141.03m	4.0075 (d)	166,539 (d)	13,461 (d)	5+155.03m	(590258.8144m,8179398.9066m)
36,3	36	Spiral-Curve-Spiral	66.000m		5+169.01m	4.7269 (d)				
37	37	Line	16.478m		5+235.01m					
38,1	38	Spiral-Curve-Spiral	66.000m		5+251.49m	6.0992 (d)				
38,2	38	Spiral-Curve-Spiral	100.054m	310.000m	5+317.49m	18.4925 (d)	149,309 (d)	30,691 (d)	5+367.96m	(590131.5785m,8179228.3928m)
38,3	38	Spiral-Curve-Spiral	66.000m		5+417.54m	6.0992 (d)				
39	39	Line	51.853m		5+483.54m					
40,1	40	Spiral-Curve-Spiral	78.000m		5+535.40m	10.3932 (d)				
40,2	40	Spiral-Curve-Spiral	128.900m	215.000m	5+613.40m	34.3507 (d)	124,863 (d)	55,137 (d)	5+679.85m	(590059.2800m,8178924.8650m)
40,3	40	Spiral-Curve-Spiral	78.000m		5+742.30m	10.3932 (d)				
41	41	Line	162.822m		5+820.30m					
42,1	42	Spiral-Curve-Spiral	79.000m		5+983.12m	11.6061 (d)				
42,2	42	Spiral-Curve-Spiral	222.184m	195.000m	6+062.12m	65.2832 (d)	91,505 (d)	88,495 (d)	6+187.03m	(589624.0605m,8178660.6441m)
42,3	42	Spiral-Curve-Spiral	79.000m		6+284.30m	11.6061 (d)				
43	43	Line	42.755m		6+363.30m					
44,1	44	Spiral-Curve-Spiral	78.000m		6+406.06m	9.7154 (d)				
44,2	44	Spiral-Curve-Spiral	78.058m	230.000m	6+484.06m	19.4452 (d)	141,124 (d)	38,876 (d)	6+523.47m	(589735.4226m,8178315.3743m)
44,3	44	Spiral-Curve-Spiral	78.000m		6+562.12m	9.7154 (d)				
45	45	Line	21.478m		6+640.12m					
46,1	46	Spiral-Curve-Spiral	90.000m		6+661.59m	3.2229 (d)				
46,2	46	Spiral-Curve-Spiral	9.883m	800.000m	6+751.59m	0.7078 (d)	172,846 (d)	7,154 (d)	6+756.54m	(589689.9583m,8178086.4808m)
46,3	46	Spiral-Curve-Spiral	90.000m		6+761.48m	3.2229 (d)				
47	47	Line	343.278m		6+851.48m					
48,1	48	Spiral-Curve-Spiral	79.000m		7+194.75m	12.9325 (d)				
48,2	48	Spiral-Curve-Spiral	25.674m	175.000m	7+273.75m	8.4059 (d)	145,729 (d)	34,271 (d)	7+286.61m	(589629.6855m,8177560.5639m)
48,3	48	Spiral-Curve-Spiral	79.000m		7+299.43m	12.9325 (d)				
49	49	Line	40.385m		7+378.43m					
50,1	50	Spiral-Curve-Spiral	78.000m		7+418.81m	10.1570 (d)				
50,2	50	Spiral-Curve-Spiral	393.960m	220.000m	7+496.81m	102.6011 (d)	57,085 (d)	122,915 (d)	7+771.42m	(589792.2684m,8177105.1680m)
50,3	50	Spiral-Curve-Spiral	78.000m		7+890.77m	10.1570 (d)				
51	51	Line	320.519m		7+968.77m					
52,1	52	Spiral-Curve-Spiral	78.000m		8+289.29m	11.1727 (d)				
52,2	52	Spiral-Curve-Spiral	52.893m	200.000m	8+367.29m	15.1529 (d)	142,502 (d)	37,498 (d)	8+393.89m	(589017.4829m,8177121.9592m)
52,3	52	Spiral-Curve-Spiral	78.000m		8+420.19m	11.1727 (d)				
53	53	Line	72.226m		8+498.19m					

No.	No.	Tipo de Entidad	Longitud (m)	Radio de Curva (m)	Prog. (Km) Inicio	Ángulo Delta	PI Ángulo Incluido		PI Prog. (Km)	PI Coord.
54,1	54	Spiral-Curve-Spiral	60.000m		8+570.41m	4.0926 (d)				
54,2	54	Spiral-Curve-Spiral	630.354m	420.000m	8+630.41m	85.9920 (d)	85,823 (d)	94,177 (d)	9+022.01m	(588493.6902m,8176777.5234m)
54,3	54	Spiral-Curve-Spiral	60.000m		9+260.77m	4.0926 (d)				
55	55	Line	150.226m		9+320.77m					
56,1	56	Spiral-Curve-Spiral	56.000m		9+470.99m	3.4134 (d)				
56,2	56	Spiral-Curve-Spiral	127.068m	470.000m	9+526.99m	15.4903 (d)	157,683 (d)	22,317 (d)	9+590.92m	(588894.8799m,8176178.4458m)
56,3	56	Spiral-Curve-Spiral	56.000m		9+654.06m	3.4134 (d)				
57	57	Line	44.542m		9+710.06m					
58,1	58	Spiral-Curve-Spiral	66.000m		9+754.60m	5.4022 (d)				
58,2	58	Spiral-Curve-Spiral	40.999m	350.000m	9+820.60m	6.7117 (d)	162,484 (d)	17,516 (d)	9+841.13m	(589102.9348m,8176038.2804m)
58,3	58	Spiral-Curve-Spiral	66.000m		9+861.60m	5.4022 (d)				
59	59	Line	130.035m		9+927.60m					
60,1	60	Spiral-Curve-Spiral	79.000m		10+057.64m	12.9325 (d)				
60,2	60	Spiral-Curve-Spiral	28.144m	175.000m	10+136.64m	9.2145 (d)	144,921 (d)	35,079 (d)	10+150.74m	(589299.8210m,8175800.3962m)
60,3	60	Spiral-Curve-Spiral	79.000m		10+164.78m	12.9325 (d)				
61	61	Line	73.443m		10+243.78m					
62,1	62	Spiral-Curve-Spiral	56.000m		10+317.22m	4.0107 (d)				
62,2	62	Spiral-Curve-Spiral	10.883m	400.000m	10+373.22m	1.5589 (d)	170,420 (d)	9,580 (d)	10+378.67m	(589332.2133m,8175575.2728m)
62,3	62	Spiral-Curve-Spiral	56.000m		10+384.11m	4.0107 (d)				
63	63	Line	67.009m		10+440.11m					
64,1	64	Spiral-Curve-Spiral	73.000m		10+507.12m	8.7137 (d)				
64,2	64	Spiral-Curve-Spiral	1.512m	240.000m	10+580.12m	0.3609 (d)	162,212 (d)	17,788 (d)	10+580.87m	(589379.3729m,8175378.7898m)
64,3	64	Spiral-Curve-Spiral	73.000m		10+581.63m	8.7137 (d)				
65	65	Line	39.918m		10+654.63m					
66,1	66	Spiral-Curve-Spiral	73.000m		10+694.55m	7.4689 (d)				
66,2	66	Spiral-Curve-Spiral	2.971m	280.000m	10+767.55m	0.6080 (d)	164,454 (d)	15,546 (d)	10+769.03m	(589370.8633m,8175191.1365m)
66,3	66	Spiral-Curve-Spiral	73.000m		10+770.52m	7.4689 (d)				
67	67	Line	257.896m		10+843.52m					
DERECHA					11+101.41m					
1	1	Line	293.021m		0+911.94m					
2,1	2	Spiral-Curve-Spiral	80.000m		1+204.96m	12.7324 (d)				
2,2	2	Spiral-Curve-Spiral	43.060m	180.000m	1+284.96m	13.7064 (d)	140,829 (d)	39,171 (d)	1+306.59m	(590868.7826m,8177729.4308m)
2,3	2	Spiral-Curve-Spiral	80.000m		1+328.02m	12.7324 (d)				
3	3	Line	36.402m		1+408.02m					
4,1	4	Spiral-Curve-Spiral	55.000m		1+444.42m	9.0036 (d)				
4,2	4	Spiral-Curve-Spiral	4.553m	175.000m	1+499.42m	1.4908 (d)	160,502 (d)	19,498 (d)	1+501.70m	(590707.4920m,8177838.5219m)
4,3	4	Spiral-Curve-Spiral	55.000m		1+503.98m	9.0036 (d)				

No.	No.	Tipo de Entidad	Longitud (m)	Radio de Curva (m)	Prog. (Km) Inicio	Ángulo Delta	PI Ángulo Incluido		PI Prog. (Km)	PI Coord.
5	5	Line	257.023m		1+558.98m					
6,1	6	Spiral-Curve-Spiral	60.000m		1+816.00m	6.2504 (d)				
6,2	6	Spiral-Curve-Spiral	205.949m	275.000m	1+876.00m	42.9092 (d)	124,590 (d)	55,410 (d)	1+984.07m	(590402.7766m,8178211.4847m)
6,3	6	Spiral-Curve-Spiral	60.000m		2+081.95m	6.2504 (d)				
7	7	Line	169.674m		2+141.95m					
8,1	8	Spiral-Curve-Spiral	60.000m		2+311.62m	6.1388 (d)				
8,2	8	Spiral-Curve-Spiral	5.427m	280.000m	2+371.62m	1.1106 (d)	166,612 (d)	13,388 (d)	2+374.34m	(590489.6210m,8178601.9424m)
8,3	8	Spiral-Curve-Spiral	60.000m		2+377.05m	6.1388 (d)				
9	9	Line	134.524m		2+437.05m					
10	10	Curve	331.062m	1500.000m	2+571.57m	12.6456 (d)	167,354 (d)	12,646 (d)	2+737.78m	(590501.5494m,8178965.1139m)
11	11	Line	69.857m		2+902.64m					
12,1	12	Spiral-Curve-Spiral	55.000m		2+972.49m	9.0036 (d)				
12,2	12	Spiral-Curve-Spiral	58.575m	175.000m	3+027.49m	19.1776 (d)	142,815 (d)	37,185 (d)	3+057.06m	(590447.0167m,8179280.6517m)
12,3	12	Spiral-Curve-Spiral	55.000m		3+086.07m	9.0036 (d)				
13	13	Line	14.228m		3+141.07m					
14	14	Curve	93.433m	1000.000m	3+155.30m	5.3533 (d)	174,647 (d)	5,353 (d)	3+202.05m	(590503.9421m,8179414.2667m)
15	15	Line	32.021m		3+248.73m					
16,1	16	Spiral-Curve-Spiral	79.000m		3+280.75m	12.9325 (d)				
16,2	16	Spiral-Curve-Spiral	87.783m	175.000m	3+359.75m	28.7406 (d)	125,394 (d)	54,606 (d)	3+404.58m	(590589.8894m,8179596.7390m)
16,3	16	Spiral-Curve-Spiral	79.000m		3+447.53m	12.9325 (d)				
17	17	Line	103.387m		3+526.53m					
IZQUIERDA										
1	1	Line	267.179m		0+911.94m					
2,1	2	Spiral-Curve-Spiral	67.000m		1+179.12m	10.6634 (d)				
2,2	2	Spiral-Curve-Spiral	56.225m	180.000m	1+246.12m	17.8970 (d)	140,776 (d)	39,224 (d)	1+274.46m	(590880.2235m,8177699.6235m)
2,3	2	Spiral-Curve-Spiral	67.000m		1+302.34m	10.6634 (d)				
3	3	Line	54.419m		1+369.34m					
4,1	4	Spiral-Curve-Spiral	63.000m		1+423.76m	9.0241 (d)				
4,2	4	Spiral-Curve-Spiral	5.300m	200.000m	1+486.76m	1.5183 (d)	160,434 (d)	19,567 (d)	1+489.41m	(590700.8586m,8177817.9935m)
4,3	4	Spiral-Curve-Spiral	63.000m		1+492.06m	9.0241 (d)				
5	5	Line	277.025m		1+555.06m					
6,1	6	Spiral-Curve-Spiral	56.000m		1+832.09m	5.8338 (d)				
6,2	6	Spiral-Curve-Spiral	213.203m	275.000m	1+888.09m	44.4205 (d)	123,912 (d)	56,088 (d)	2+000.37m	(590376.7962m,8178212.0842m)
6,3	6	Spiral-Curve-Spiral	56.000m		2+101.29m	5.8338 (d)				
7	7	Line	171.252m		2+157.29m					
8,1	8	Spiral-Curve-Spiral	56.000m		2+328.54m	6.4171 (d)				
8,2	8	Spiral-Curve-Spiral	6.039m	250.000m	2+384.54m	1.3841 (d)	165,782 (d)	14,218 (d)	2+387.56m	(590468.4847m,8178599.5195m)

No.	No.	Tipo de Entidad	Longitud (m)	Radio de Curva (m)	Prog. (Km) Inicio	Ángulo Delta	PI Ángulo Incluido		PI Prog. (Km)	PI Coord.
8,3	8	Spiral-Curve-Spiral	56.000m		2+390.58m	6.4171 (d)				
9	9	Line	60.754m		2+446.58m					
10	10	Curve	221.952m	1500.000m	2+507.34m	8.4779 (d)	171,522 (d)	8,478 (d)	2+618.52m	(590476.3959m,8178830.2607m)
11	11	Line	266.444m		2+729.29m					
12,1	12	Spiral-Curve-Spiral	70.000m		2+995.73m	11.7962 (d)				
12,2	12	Spiral-Curve-Spiral	19.394m	170.000m	3+065.73m	6.5365 (d)	149,871 (d)	30,129 (d)	3+075.44m	(590426.5230m,8179284.4099m)
12,3	12	Spiral-Curve-Spiral	70.000m		3+085.13m	11.7962 (d)				
13	13	Line	117.124m		3+155.13m					
14,1	14	Spiral-Curve-Spiral	63.000m		3+272.25m	7.5201 (d)				
14,2	14	Spiral-Curve-Spiral	155.977m	240.000m	3+335.25m	37.2367 (d)	127,723 (d)	52,277 (d)	3+416.10m	(590565.2362m,8179594.2180m)
14,3	14	Spiral-Curve-Spiral	63.000m		3+491.23m	7.5201 (d)				
15	15	Line	107.118m		3+554.23m					

Unidireccional (°):	1075,83
Secc. Dividido (°):	228,62
Longitud Total (Km):	11+100,02
Curvatura Media (°/Km) :	117,5179594

Tramo	Tramo	De (Km)	A (Km)	Long. (Km)
1	Unidireccional	0+000,00	1+151,84	1+151,84
2,1	Divida Derecha	1+151,84	3+626,76	2+474,92
2,2	Divida Izquierda	1+151,84	3+658,18	2+506,34
3	Unidireccional	3+642,00	11+099,55	7+457,55
Total Longitud (Km):				11+100,02

No.	PVI Prog. (Km)	PVI Cota (m)		Pendiente Entrada	Pendiente Salida	Tipo de Curva	Tipo de Entidad	Longitud de Curva	Valor de K
EJE									
1	-0+104.44m	3654,512	1,618		1,94%				
2	-0+021.12m	3656,13	14,081	1,94%	4,03%	Sag	Parabola	60.000m	28,717
3	0+328.23m	3670,211	5,792	4,03%	3,55%	Crest	Parabola	60.000m	124,883
4	0+491.36m	3676,003	9,527	3,55%	4,77%	Sag	Parabola	60.000m	49,225
5	0+691.12m	3685,53	7,913	4,77%	5,77%	Sag	Parabola	60.000m	60,013
6	0+828.28m	3693,443	155,546	5,77%	3,95%	Crest	Parabola	100.000m	54,866
7	3+859.59m	3848,989	8,82	6,99%	4,58%	Crest	Parabola	200.000m	82,922
8	4+052.20m	3857,809	0,326	4,58%	0,16%	Crest	Parabola	135.000m	30,527
9	4+259.31m	3858,135	5,449	0,16%	4,53%	Sag	Parabola	100.000m	22,887
10	4+379.70m	3863,584	0,41	4,53%	0,19%	Crest	Parabola	120.000m	27,663
11	4+597.48m	3863,994	8,463	0,19%	5,99%	Sag	Parabola	80.000m	13,788
12	4+738.75m	3872,457	-0,25	5,99%	-0,16%	Crest	Parabola	118.202m	19,229
13	4+898.14m	3872,207	8,654	-0,16%	2,16%	Sag	Parabola	100.000m	43,159
14	5+298.74m	3880,861	-3,97	2,16%	-2,77%	Crest	Parabola	140.000m	28,388
15	5+442.00m	3876,891	13,441	-2,77%	6,08%	Sag	Parabola	118.000m	13,324
16	5+662.90m	3890,332	6,014	6,08%	1,93%	Crest	Parabola	119.615m	28,822
17	5+973.72m	3896,346	84,521	1,93%	6,00%	Sag	Parabola	119.617m	29,424
18	7+382.37m	3980,867	-16,065	6,00%	-4,52%	Crest	Parabola	255.000m	24,246
19	7+738.02m	3964,802	29,484	-4,52%	5,99%	Sag	Parabola	177.288m	16,879
20	8+230.54m	3994,286	25,199	5,99%	3,53%	Crest	Parabola	80.000m	32,588
21	8+944.08m	4019,485	33,049	3,53%	6,00%	Sag	Parabola	60.000m	24,264
22	9+494.50m	4052,534	13,732	6,00%	3,59%	Crest	Parabola	80.000m	33,153
23	9+876.84m	4066,266	7,539	3,59%	1,79%	Crest	Parabola	60.000m	33,277
24	10+298.43m	4073,805	9,62	1,79%	2,89%	Sag	Parabola	60.000m	54,263
25	10+630.85m	4083,425	-0,615	2,89%	-0,23%	Crest	Parabola	180.000m	57,542
26	10+893.39m	4082,81	-4,585	-0,23%	-2,17%	Crest	Parabola	60.000m	31,011
27	11+104.81m	4078,225		-2,17%					
DERECHA									
1	0+911.99m	3696,747	10,842		3,95%				
2	1+186.73m	3707,589	8,538	3,95%	5,65%	Sag	Parabola	120.000m	70,292
3	1+337.75m	3716,127	2,726	5,65%	2,53%	Crest	Parabola	60.000m	19,22
4	1+445.43m	3718,853	12,307	2,53%	4,76%	Sag	Parabola	60.000m	26,953
5	1+704.10m	3731,16	12,031	4,76%	5,26%	Sag	Parabola	60.000m	118,544
6	1+932.64m	3743,191	14,871	5,26%	4,88%	Crest	Parabola	60.000m	155,8
7	2+237.45m	3758,062	37,832	4,88%	5,43%	Sag	Parabola	60.000m	108,082
8	2+933.67m	3795,894	10,918	5,43%	7,90%	Sag	Parabola	60.000m	24,317
9	3+071.85m	3806,812	11,493	7,90%	4,31%	Crest	Parabola	99.500m	27,728
10	3+338.31m	3818,305	2,524	4,31%	2,50%	Crest	Parabola	114.000m	62,743
11	3+439.43m	3820,829	11,487	2,50%	6,82%	Sag	Parabola	80.000m	18,499
12	3+607.86m	3832,316	3,045	6,82%	6,99%	Sag	Parabola	60.000m	351,602
13	3+651.41m	3835,361		6,99%					
IZQUIERDA									
14	0+912.00m	3696,747	10,387		3,95%				
15	1+175.22m	3707,134	4,776	3,95%	4,01%	Sag	Parabola	60.000m	943,747
16	1+294.33m	3711,91	31,857	4,01%	4,49%	Sag	Parabola	60.000m	124,939
17	2+003.80m	3743,767	47,35	4,49%	5,67%	Sag	Parabola	60.000m	50,704
18	2+838.37m	3791,117	4,245	5,67%	4,39%	Crest	Parabola	60.000m	46,572
19	2+935.17m	3795,362	11,265	4,39%	7,92%	Sag	Parabola	60.000m	16,968
20	3+077.39m	3806,627	8,427	7,92%	8,68%	Sag	Parabola	60.000m	79,307
21	3+174.49m	3815,054	5,169	8,68%	2,49%	Crest	Parabola	60.000m	9,698
22	3+382.01m	3820,223	2,137	2,49%	1,86%	Crest	Parabola	60.000m	95,063
23	3+496.88m	3822,36	11,502	1,86%	6,99%	Sag	Parabola	65.000m	12,667
24	3+661.40m	3833,862		6,99%					

Subidas y Bajadas Unidirecc. (No.):	27
Subidas y Bajadas Dividido (No.):	12
Longitud Total:	11+100,02
Rampas + Pendiente:	3,513507183

Subidas y Bajadas Unidirecc. (m):	474,683
Subidas y Bajadas Dividido (m):	137,8645
Longitud Total:	11+100,02
Promedio de Subidas y Bajadas (m):	55,18436003

ANEXO

PROCESO DE CÁLCULO PARA LOS COSTOS FINANCIEROS Y ECONOMICOS DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN DE LOS VEHICULOS

1. INTRODUCCION

(1) Los costos de los diferentes parámetros como son los costos de operación y de inversión están expresados a precios de mercado. Sin embargo para la modelación debemos efectuar la diferenciación entre costo financiero y costo económico, para ello definimos ambos costos.

Costos Financieros: Son los precios de mercado de los productos a usar y de las técnicas empleadas en las tareas de conservación.

Costos Económicos: Son el valor real de los costos de oportunidad de los recursos y son encontrados al quitar las distorsiones como impuestos, subsidios y otros costos de los precios de mercado. En nuestro caso, los costos económicos se calcularán de manera aproximada quitando a los costos de mercado el Impuesto al Valor Agregado (IVA), considerando un IVA del 13%.

(2) Obviamente, el valor social de los costos económicos está condicionado a las distorsiones del mercado que imponen la existencia de subsidios e impuestos y la inexistencia de competencia perfecta. Por lo que será válida la siguiente expresión para determinar el precio social o precio sombra:

$$PS = PP * FC$$

Donde:

PS: es el precio social corregido.

PP: es el precio privado o precio de mercado de un bien o servicio.

FC: es una combinación lineal de factores multiplicativos de corrección que permiten evacuar las distorsiones de la producción del bien o servicio.

(3) Los FC corrigen las distorsiones de mercado que están implícitas en el costo privado del bien o servicio que se esté demandando. Al aplicar el factor de corrección se obtiene el precio sombra o precio que paga la sociedad por demandar un bien o servicio.

(4) Las distorsiones o diferencias entre precio social y precio privado, se producen porque éste último presenta condicionantes como los impuestos y los subsidios, y principalmente porque en algunos mercados, los agentes involucrados ejercen poder monopolístico.

(5) En el caso de Bolivia, los precios sociales requeridos para evaluar socialmente el proyecto han sido extraídos de la Resolución Ministerial N° 159 de 22/09/26 emitida por el de entonces Ministerio de Planificación del Desarrollo como Órgano Rector del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), estableciendo las Razones Precio Cuenta de Eficiencia de acuerdo al siguiente detalle:

Razón Precio Cuenta de Eficiencia de la Divisa (RPCD):	1.24
Razón Precio Cuenta de la Mano de Obra No Calificada Rural (RPCMONCR)	0.47
Razón Precio Cuenta de la Mano de Obra No Calificada Urbana (RPCMONCU)	0.23
	1.00
Razón Precio Cuenta de la Mano de Obra Calificada (RPCMOC)	0.43
Razón Precio Cuenta de la Mano de Obra Semicalificada (RPCMOSC)	12.81%
Tasa de Costo Promedio Ponderado del Capital (TCPPC)	12,67%
Tasa Social de Descuento (TSD):	

2. PROCESO DE CALCULO DE COSTOS FINANCIEROS A ECONOMICOS

2.1 Costos de Operación de los Vehículos

(1) Los Costos de Operación de Vehículos (COV) serán calculados usando el modelo HDM-4 Vehicle Operating Costs Module (versión 3.1) del Banco Mundial.

(2) Este modelo utiliza varios parámetros de información incluyendo: las características del vehículo, tipo de llantas, utilización del vehículo y costos unitarios para calcular el COV por tipo de vehículo en una situación donde exista un tránsito fluido de vehículos.

(3) El modelo también permite realizar un análisis de sensibilidad a varios parámetros, de los cuales el más importante es la rugosidad de la carretera, que representa la calidad de la carretera e influye en gran manera en el costo de operación de los vehículos.

(4) De la composición vehicular presentada en el Estudio de Tráfico, clasificamos siete tipos de vehículos usados con HDM-VOC de acuerdo a la siguiente clasificación:

Cuadro A.1
Vehículos Tipos

Vehículos Tipos	Marcas y Modelos	Vehículo HDM Equivalente
Automovil,	Toyota, Corolla Efi Gli	Auto
Camioneta	Toyota, New Hi-Lux	Utilitario, Camioneta
Mini bus	Toyota, Hiace STD	Utilitario, Minibus
Microbus (12-21 Asts)	Dodge	Bus Mediano
Bus Mediano (22-35 Asts)	Toyota, Coaster	
Bus Grande (36 Asts o más)	Mercedes Benz, Leyland	Bus Grande
Camión Mediano (10 t)	Nissan, Condor	Camión liviano
Camión Grande (2 ejes)	Volvo NL 10	Camión pesado
Camión Grande (3 ejes)	Volvo, NL 1020 (4x2)	
Camión semirremolque	Volvo, NL 12 (6x4)	
Camión con remolque	Volvo NL 12 (6x4)	
Otros	Varios	

Fuente: Elaboración en base a entrevistas a casas importadoras

(5) Los antecedentes técnicos de los vehículos a modelar, requeridos por el Modelo HDM, se expresa que han sido obtenidos a partir de entrevistas con personal especializado de nuestro país, así como visitas a casa importadoras de vehículos y estudios efectuados recientemente en el área de influencia del proyecto.

(6) En el cuadro siguiente, se presenta las características básicas de los vehículos del parque vehicular representativo, que servirán como datos de entrada del Modelo.

Cuadro A.2
Características Vehiculares

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
ITEM	Unidad de Medida	LIVIANOS			BUSES		CAMIONES	
		Automovil	Camioneta	Mini Bus	Mediano	Grande	Liviano	Grande
FISICAS								
Espacio eq. Vehículo de pasajeros		1.00	1.00	1.20	1.50	1.60	1.40	1.60
Número de ruedas		4.00	4.00	4.00	6.00	10.00	6.00	10.00
Número de ejes		2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00
NEUMATICOS								
Tipo de neumático		Radial	Radial	Radial	Convencional	Convencional	Convencional	Convencional
Número de recauchutados		1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.3
Costo de recauchutado	%	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15
Caacterísticas (medida)		165 x 13	215X16	195 R 15	750 x 16	825 x 16	750 X 16	12 x 20
UTILIZACION								
Media anual de kilómetros conducidos	km	23,000	30,000	30,000	70,000	70,000	40,000	86,000
Horas al año empleadas de trabajo	horas	550	1300	750	1750	1750	1200	2,050
Vida de servicio media del vehículo	años	10	8	8	7	12	12	14
Porcentaje de utilización privada veh.	%	100	0	0	0	0	0	0
Número medio de pasajeros por veh.	persona	1	0	15	35	63	0	0
% de viajes de pasajeros x trabajo	%	75	0	75	75	75	75	75
CARGA								
Peso medio en circulación del veh.	Ton.	1.20	2.30	2.38	6.00	10.00	7.50	13.00
FACTOR DE EJE EQUIVALENTE								
ESAL F		0	0.01	0.01	0.7	0.8	1.25	2.28

Fuente: Elaboración en base datos técnicos de manuales de casas importadoras

2.1.1 Costos de Importación de Vehículos

(1) Los costos de los vehículos nuevos seleccionados se obtuvieron de las importadoras representantes de cada marca, a través de entrevistas. Para obtener el costo de venta del automóvil Toyota “Corolla”, de la camioneta “Hi Lux” y del mini bus “Hiace”, se recurrió a la firma TOYOSA LTDA, la cual proporcionó información de las características técnicas y precios de mercado. De la misma forma se recurrió a otras casas importadoras para los demás vehículos tipo seleccionados.

(2) De otra parte, la adquisición de los en Bolivia, se inicia con el proceso de importación desde el país de origen, obteniéndose en este lo que se denomina el valor o precio FOB (Free on Board) a ese valor debe añadirse los costos de seguros y de transporte hasta el país de destino conformando el valor CIF Aduana. Posteriormente se añaden a estos valores los gravámenes arancelarios de importación y otros gastos de la manera como se detalla a continuación:

a. Gravamen aduanero consolidado (GAC)

Para los tipos de vehículos: automóvil, camioneta, mini bus, el GAC es el 10% sobre el valor CIF aduana.

En los tipos de vehículos: Bus, Camión rígido y Camión articulado el GAC es el 5% sobre el valor CIF aduana.

b. Otras erogaciones

Se refiere a gastos de importación como ser pagos por derecho de almacenaje, las comisiones, siendo estos:

Almacenaje: 0,5% sobre el valor CIF aduana.

Comisión verificadora: 1,92% sobre el valor FOB

Comisión Agencia Aduanera: 2% sobre el CIF para los vehículos livianos, 0,5% del CIF para Buses y 0,75% del CIF para los camiones.

c. Impuesto al valor agregado a las importaciones (I.V.A.)

Este impuesto se aplica a todos los vehículos sin excepción y es el 14,94% sobre el valor (CIF aduana + G.A.C.+ otras erogaciones).

d. Impuesto al consumo específico (I.C.E.)

Este impuesto es del 24 al 30% sobre el valor (CIF aduana + G.A.C.) y se aplica a todos los vehículos con las siguientes excepciones:

Los vehículos destinados al servicio público de 10 hasta 16 asientos incluido el asiento del conductor (mini bus) sólo pagan el 10% de I.C.E.

Los buses de más de 16 asientos incluido el asiento del conductor no pagan el I.C.E. Los camiones con capacidad de carga máxima superior a 6,2 toneladas no pagan el I.C.E.

(3) La composición de los costos de cada vehículo tipo fue calculado, considerando los aspectos indicados líneas arriba, con base en las entrevistas y averiguaciones realizadas en las diferentes empresas y casas importadoras del rubro, pudiendo observarse en el cuadro *“Estructura de Costos de Importación por tipo de vehículo”* que se presenta más adelante el desglose de los costos por tipo de vehículo.

(4) En el cuadro referido se puede ver el valor CIF ADUANA, que como ya se mencionó corresponde a la suma del valor FOB más el seguro, el flete marítimo, los gastos portuarios y el flete terrestre.

(5) El VALOR RENTA es la suma del valor CIF ADUANA más G.A.C. y Otras erogaciones, correspondiendo estas últimas al almacenaje, comisión verificadora y la comisión de la agencia aduanera. Sobre este valor es que se aplica el impuesto IVA a las importaciones y el impuesto al consumo específico I.C.E.

(6) De estos costos, el COSTO FINANCIERO para cada vehículo corresponde a los precios de venta ó precios de mercado, que fueron obtenidos de cotizaciones de casas comerciales. En cambio, el COSTO ECONÓMICO para cada vehículo es determinado considerando que son bienes importados que suponen flujo de divisas del país hacia el exterior lo que es un costo real para la sociedad, en ese sentido este costo es considerado como el valor CIF ADUANA descontando aranceles e impuestos multiplicado por el factor de conversión de la divisa igual a 1,24.

(7) La información principal por tipo de vehículo se muestra en el Cuadro 3, donde los costos económicos están dados en Dólares Americanos. Para fines de cálculo del COV, los pasajeros ocupantes y el valor del tiempo fueron excluidos y están calculados por separado.

Cuadro A.3
Estructura de Costos de Importación por Vehículo Tipo

ITEM	%	AUTOMOVIL	CAMIONETA	MINI BUS	BUS MEDIANO	BUS GRANDE	CAMION LIVIANO	CAMION PESADO
VALOR FOB		14.653,00	16.430,00	22.454,50	30.086,02	50.285,00	56.500,00	66.500,00
Seguro s/Valor FOB	2%	293,06	328,60	449,09	601,72	1.005,70	1.130,00	1.330,00
Flete marít. S/FOB	5%	732,65	2.464,50	1.122,73	1.504,30	2.514,25	2.825,00	3.325,00
CIF FRONTERA		15.678,71	19.223,10	24.026,32	32.192,04	53.804,95	60.455,00	71.155,00
Seguro	5%	783,94	961,16	1.201,32	1.609,60	2.690,25	3.022,75	3.557,75
Flete	2%	313,57	384,46	480,53	643,84	1.076,10	1.209,10	1.423,10
CIF ADUANA		16.776,22	20.568,72	25.708,16	34.445,48	57.571,30	64.686,85	76.135,85
G.A.C.	10% s/CIF	1.677,62	2.056,87	2.570,82	1.722,27	5.757,13	6.468,69	7.613,59
Almacenaje	0,5% s/CIF	83,88	102,84	128,54	172,23	287,86	323,43	380,68
Com. verific.	1.92% FOB	281,34	315,46	431,13	577,65	965,47	1.084,80	1.276,80
Com Agencia	0,5 a 2%	167,76	205,69	514,16	688,91	1.151,43	1.293,74	1.522,72
VALOR RENTA		18.986,82	23.249,58	29.352,80	37.606,55	65.733,18	73.857,51	86.929,63
I.V.A. import.	14.94%/VR	2.836,63	3.473,49	4.385,31	5.618,42	9.820,54	11.034,31	12.987,29
I.C.E.	24 a30%	4.556,84	6.974,87	2.935,28	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL COSTO DE IMPORTACION		26.380,29	33.697,93	36.673,39	43.224,97	75.553,72	84.891,82	99.916,92
Más: Carrocería						0,00	4.300,00	4.500,00
COSTO IMPONIBLE						75.553,72	89.191,82	104.416,92
I.V.A. de comercializ.	14,94%	3.941,22	5.034,47	5.479,00	6.457,81	11.287,73	13.325,26	15.599,89
Crédito Fiscal		-2.836,63	-3.473,49	-4.385,31	-5.618,42	-9.820,54	-11.034,31	-12.987,29
I.T.	3,09%	815,15	1.041,27	1.133,21	1.335,65	2.334,61	2.756,03	3.226,48
COSTO FINANCIERO		28.300,03	36.300,19	38.900,30	45.400,01	79.355,52	89.938,79	105.756,00
COSTO ECONÓMICO		21.463,41	26.278,95	33.209,66	44.496,50	74.370,30	83.562,14	98.351,90

Fuente: Elaboración en base a datos de casas importadoras de vehículos.

Costos Económico = Costo financiero, menos impuestos y aranceles por RPC de la divisa.

2.1.2 Componentes de los Costos de Operación Vehicular

(1) En Bolivia, a partir de la segunda mitad de la década de los años ochenta, la determinación de los costos de operación vehicular se apoya preferentemente en la metodología desarrollada en el estudio de costos de operación vehicular del Brasil

(2) Es de esta manera que los costos de operación se han estimado usando la metodología del Submodelo "Vehicle Operating Cost" (VOC) del Modelo HDM IV, a partir de los precios unitarios económicos (sin impuestos ni transferencias) de los insumos (combustibles, lubricantes, llantas mantenimiento, etc) para cada tipo de vehículo. Igualmente se considera las características técnicas de utilización y de operación de cada tipo de vehículo.

(3) Para estimar los costos de operación, es importante identificar a los principales componentes del costo de operación de los vehículos los cuales son:

- Combustibles;
- Lubricantes;
- Llantas y cámaras;
- Mantenimiento del vehículo (mano de obra y repuestos);
- Salarios de la tripulación;
- Gastos generales

(4) Los costos a estimar deben referirse a los vehículos usuarios de la vialidad en estudio, que están reflejados en la flota vehicular representativa del tráfico usuario de las vías.

(5) De esta manera, los costos de operación vehicular a obtener en cada caso están asociados a las características técnicas de los vehículos seleccionados.

(6) Es importante reiterar que el Submodelo de Costos de Operación Vehicular determina valores correspondientes a los recursos consumidos, así como el costo asociado a cada recurso utilizado, y el costo total (por mil kilómetros), y esto, en cada año del periodo de análisis considerado. Ello, en forma disgregada para cada tipo de vehículo componente de la flota vehicular representativa de la vía en estudio.

a) Costo de combustibles

(1) El costo del combustible (gasolina y diesel) a precios de mercado aplicados en el departamento de La Paz y en Bolivia, no han sufrido modificación desde el 2001 pese al último intento de elevar por parte del Gobierno en diciembre del 2010, siendo estos precios los siguientes:

Precio de venta del litro de gasolina = 3.74 Bs/lit.

Precio de venta del litro de diesel = 3,72 Bs/lit.

(2) Es importante señalar que los combustibles como la gasolina y el diesel oil se producen en Bolivia. Sin embargo, una parte del consumo de diesel oil es importado de la Argentina (últimamente también de Chile), y tiene aranceles e impuestos que pagar. Respecto a la gasolina, la demanda doméstica de este combustible se abastece localmente sin importaciones.

(3) Para aproximar el precio económico de los productos de petróleo en este caso gasolina especial y diesel oil, nuestro análisis partirá en primera instancia de los precios internacionales de estos combustibles en el contexto latinoamericano.

Cuadro A.4
Comparación de Precios Finales con Países de LATINOAMERICA
Productos: Gasolina y Diesel Oil a Diciembre de 2009

Productos	Unidad	PRECIOS EN PAISES DE LATINOAMERICA							Promedio Precio Int.
		Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Colombia	Perú	Uruguay	
Gasolina Especial	\$us/Lt	0,55	0,53	1,38	1,23	0,86	1,01	1,33	0,98
Diesel Oil	\$us/Lt	0,51	0,52	1,03	0,94	0,71	0,93	1,18	0,83

Fuente: YPFB

En segunda instancia tomamos el precio de origen de los países que Bolivia importa. Aquí se debe tomar en cuenta el régimen de importación vigente, compuesto por:

- GAC (Gravámen Aduanero Consolidado) 10% s/el valor CIF
- Tasas y otras erogaciones para des aduanizar
- IVA sobre importación igual al 14,94% sobre el CIF aduana más el GAC y otras erogaciones.
- IEHD, Impuesto Especial a los Hidrocarburos y Derivados, alícuota fija de 0.10 \$us/Litro.

(4) La aplicabilidad con las referencias mencionadas se muestra a continuación:

Cuadro A.5
Análisis del precio del diesel por importación directa

DETALLE	Unidad	Pais Argentina
Valor CIF	\$us/litro	0,764
(+) margen de distribución		0,072
Precio antes de impuestos		0,836
(+) Impuestos para Comercialización		
IVA (14,94%)		0,125
IEHD		0,000
Total Impuestos		0,125
Precio de Venta Nominal		0,961
(-) Impuestos x Comercialización		
IVA (13%)		0,125
IEHD		0,180
Total Impuestos		0,305
Precio neto de impuestos		0,656
RPC Divisa		1,24
Precio Económico		0,813
Precio de Venta Mercado Interno		0,527

Fuente: Elaboración Propia

(5) Actualmente el Diesel Oil es subvencionado debido a que el país no produce este combustible en grandes cantidades por tanto se importa principalmente de la Argentina a precios elevados, y es puesto en el mercado nacional a un costo más bajo, siendo cubierta la diferencia de precio por el TGN. Con los datos anteriormente determinados, como son los precios internacionales y precios CIF según país de importación, se ha procedido a realizar el análisis para la determinación del precio económico.

(6) Existen dos formas de calcular el factor para el precio económico o el precio de frontera. La primera es aplicar los impuestos sobre el valor CIF para llegar al precio de venta, y la segunda es quitar los impuestos de los precios de venta para llegar al valor CIF. En este último caso, muchas veces no se tiene mucha precisión debido a la alícuota del IEHD por ser una constante y el valor CIF tiende a variar porque depende del precio internacional del petróleo. Por tanto, para determinar el precio económico del diesel se ha optado por la primera forma pero en este caso a partir del precio internacional del diesel y restando el precio de mercado a objeto de encontrar el valor subvencionado.

Cuadro A.6
Análisis de Precios de Combustibles
A partir del Precio Internacional

Detalle	Gasolina \$us/litro	Diesel \$us/litro
Promedio Precio Internacional	0,98	0,83
Precio de Venta Mercado Interno	0,529	0,527
Diferencia: Subvención	0,451	0,303

Determinación del Precio Económico

Precio de Venta Mercado Interno	0,492	0,489
(-) Impuestos x Comercialización		
IVA	0,069	0,064
IEHD	0,199	0,000
Total Impuestos	0,267	0,064
Precio Neto	0,225	0,425
Más: Subvención	0,451	0,303
Total Precio subvencionado	0,676	0,728
RPC	1,000	1,240

Precio Económico	0,676	0,903
-------------------------	--------------	--------------

Factor Económico	1,37	1,85
-------------------------	------	------

Fuente: Elaboración Propia

(7) Según el análisis realizado, se observa que para el Diesel se ha determinado dos tipos de precios económicos, uno en relación al precio promedio internacional (contexto latinoamericano) y el otro en relación a la importación de la Argentina. Para el presente estudio adoptaremos este último para el diesel y para la gasolina el del precio internacional.

(8) Con las consideraciones efectuadas, los valores de los combustibles que son parte de la composición de los costos de operación, se detalla el precio financiero y económico de la gasolina y diesel oíl.

Cuadro A.7
Precio Financiero y Económico de Combustibles

Descripción	Costo Bs/Lt	Costo \$us/Lt	
		Financiero	Económico
Gasolina	3,74	0,529	0,717
Diesel Oil	3,72	0,527	0,813

Ref. t.c. Bs 7,06

(9) De los precios considerados, se observa que el precio económico, resulta ser mayor en relación al precio financiero, esto debido a la subvención que se brinda a estos combustibles. En el caso de la gasolina la subvención es nominal, pero en el caso del Diesel la subvención es real por cuanto el Tesoro General de la Nación anualmente debe presupuestar un importe destinado a la subvención que va en beneficio de la sociedad en su conjunto.

b) Costo de lubricantes

(1) Los lubricantes como se sabe sufren dos deterioros: **a)** Deterioro por cambios químicos y **b)** Contaminación por restos de desgastes de las piezas de acero del motor, carbonización y otras suciedades. Estos efectos van anulando la función del lubricante que es de proteger el desgaste y disminuir los rozamientos a través de una apropiada viscosidad y formación de una película protectora.

(2) Para estudios y comparaciones especiales se tiene que analizar detenidamente el consumo de lubricantes. En este caso también pueden ser útiles las encuestas que deben realizarse en talleres mecánicos de prestigio, y conversar con los mecánicos experimentados y serios. También son útiles las encuestas a dueños y chóferes de vehículos públicos que llevan el control minucioso de este aspecto.

(3) Los consumos de lubricantes en Bolivia están basados en recambio del aceite entre los 2.800 y 5.000 Km. variando la cantidad necesaria de lubricantes de acuerdo al tipo de vehículo desde 1 galón (3.75 lt) en automóviles livianos hasta 3 galones para ómnibus y camiones. Este kilometraje de recambio está relacionado con las velocidades promedio que se desarrollan en las ciudades de Bolivia 20 – 30 Km / hr. En condiciones de mayor velocidad el periodo de recambio en Km puede aumentar.

(4) En resumen el costo por lubricantes es:

$$\text{Costo por Km} = \frac{\text{Precio lubricante} * \text{Cantidad lubricante recambio}}{\text{Kilómetros de duración}}$$

$$\text{Costo por Hr} = \frac{\text{Precio lubricante} * \text{Cantidad lubricante recambio}}{\text{Horas de operación de duración}}$$

(5) La expresión más exacta es la segunda como ya explicamos, puesto que el desgaste del lubricante está ligado más directamente a las horas de operación del motor. Lamentablemente es difícil controlar las horas de funcionamiento, en cambio el kilometraje es un parámetro común de medición por los mismos instrumentos del vehículo.

(6) Según entrevista a conductores, podemos inferir las horas de operación del vehículo a través del kilometraje y la velocidad promedio de circulación con la expresión:

$$\text{Costo Lubricantes} = \frac{\text{Precio lubricante} * \text{Cantidad lubricante recambio}}{\text{km de duración} / \text{velocidad promedio}}$$

(7) El consumo de lubricantes se puede relacionar también con la operación horaria del motor a través del consumo de combustible mediante la siguiente expresión:

Cuadro A.8
Consumo de Aceites y Grasas por tipo de motor

TIPO DE LUBRICANTE	MOTORES A DIESEL	MOTORES A GASOLINA
ACEITES	36.91 lt.	12.10 lt.
GRASAS	4.53 kg .	1.5 kg.

Fuente: Estudio Integral del Transporte en Bolivia.

(8) Esta expresión también tiene una mayor aproximación, puesto que a mayor exigencia de la ruta mayor esfuerzo del motor y por lo tanto mayor consumo de combustible y por ende de lubricantes.

(9) De los precios provenientes del mercado particularmente en el departamento de La Paz (ciudades de La Paz y El Alto), el precio promedio según la compañía que importa estos lubricantes resulta ser:

Cuadro A.9
Precios de Lubricantes Puesto en el Mercado Nacional

Lubricante	Unidad	TEXACO	LUBRAX	Promedio
Aceite	Bs/Litro	28,94	30,98	29,96
Grasa	Bs/Kilogramo	39,80	43,00	41,40

Fuente: Sondeo a distribuidoras de lubricantes

(10) Los aranceles e impuestos en caso de importación e impuestos en la fase de comercialización que son aplicados a los lubricantes, es igual que los combustibles. De esta manera la determinación del precio económico para el aceite (principal insumo utilizado) resulta ser:

Cuadro N° A.10
Precio Financiero y Económico de Lubricantes

DESCRIPCIÓN	Precio (Bs./Lt)	T.C. (Bs./\$us)	PRECIO FINANCIERO (\$us/Lt)	PRECIO ECONÓMICO (\$us/Lt)
Aceite	29.96	7.06	4,24	2.29

Fuente: Elaboración propia

c) Costos de llantas nuevas

(1) Los costos de las llantas se establecieron sobre la base de cotizaciones de casas comerciales importadoras y que distribuyen a nivel nacional, como ser: SOCOSER LTDA, Distribuidora "Linares", SOINCOR SRL; de cuyos precios se estableció un promedio adoptándose el correspondiente como valor financiero. Un listado de precios de las llantas que se cotizó en el mercado nacional se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro A.11
Precios de Llantas por Vehículo Tipo

Nº	TIPO DE VEHICULO	MARCA	Procedencia	MEDIDA	Tipo de Llanta	P.U. \$us
1	Automovil	Dunlop	Indonesia	175/70 x 13	Radial	46,00
2	Camioneta	Fate	Argentina	215/80 x 16	Radial	130,86
3	Minibus	Dunlop	Japón	195R 15	Radial	88,00
4	Bus de 35 pasajeros	Lima Caucho	Perú	750 x 16	Convencional	128,00
5	Bus mas de 36 astos	Good Year	Perú	750 x 16 (12 PR)	Convencional	202,00
6	Camión mediano	Birlandia	Perú	750 x 16 (16 PR)	Convencional	176,00
7	Camión grande	Good Year	Colombia	12 x 20 (18 PR)	Convencional	481,00

Fuente: Empresa "SOCOSER SRL" y Distribuidora Linares (El Alto). Mar./2011

(2) Al igual que en el caso de los costos vehiculares, las llantas son importadas de diferentes lugares de Latinoamérica y Asia (Japón), por tanto están sujetas a gravámenes arancelarios y gastos de importación según los siguientes componentes de la estructura de costos de importación:

Cuadro A.12
Estructura de Costos de Importación de Llantas (En \$us)

ITEM	%	Automovil 175x13	Camioneta 215x16	Minibus 600x14	BUS Med. 750x16	BUS Grande 750X16	Cam. Liv. 750x16	Cam. Pesado 12x20
VALOR FOB (\$us)		31,12	88,63	59,38	86,6	136,67	119,08	325,44
Seguro	2% FOB	0,62	1,77	1,19	1,73	2,73	2,38	6,51
Flete terrestre	5% FOB	1,56	4,43	2,97	4,33	6,83	5,95	16,27
CIF ADUANA (\$us)		33,30	94,83	63,54	92,66	146,24	127,42	348,22
G.A.C.	10% CIF	3,33	9,48	6,35	9,27	14,62	12,74	34,82
Almacenaje	0,5% CIF	0,17	0,47	0,32	0,46	0,73	0,64	1,74
Com. verific.	1,92% FOB	0,64	1,82	1,22	1,78	2,81	2,45	6,69
Com Agencia	2% CIF	0,67	1,90	1,47	1,85	2,92	2,55	6,96
VALOR RENTA (\$us)		38,10	108,51	72,90	106,02	167,32	145,79	398,43
I.V.A. import.	14,94%V.R.	5,69	16,21	10,89	15,84	25,00	21,78	59,53
TOTAL Costo de Importación		43,79	124,72	83,79	121,86	192,32	167,57	457,96
I.V.A. de comercialización	13%	6,54	18,63	12,52	18,21	28,73	25,03	68,42
Crédito Fiscal	13%	-5,69	-16,21	-10,89	-15,84	-25,00	-21,78	-59,53
I.T.	3%	1,35	3,85	2,59	3,77	5,94	5,18	14,15
COSTO FINANCIERO (\$us)		46,00	131,00	88,01	128,00	202,00	176,00	481,00
COSTO ECONÓMICO (\$us)		43,12	122,79	82,52	119,98	189,35	164,98	450,88

Fuente: Elaboración propia en base a datos de agencias de aduana

d) Mantenimiento del vehículo

(1) El mantenimiento de un vehículo podemos dividirlo en 3 rubros: i) mantenimiento rutinario; ii) mantenimiento especial y iii) mantenimiento específico.

d.1) Mantenimiento Rutinario

(1) Esto está relacionado al mantenimiento habitual y rutinario relacionado con el lavado, fumigado y engrasado. Este mantenimiento también depende de las condiciones de operación del vehículo y de las características de la ruta. Una ruta de tierra ripio con curvas y pendientes demandará un mayor gasto de mantenimiento en los rubros señalados, que para una ruta asfaltada.

(2) Para estimar el mantenimiento rutinario es necesario tomar en cuenta los siguientes datos y sacados de la experiencia boliviana.

Cuadro A.13
Tarifas de Mantenimiento por Tipo de Vehículos

Tipo de mantenimiento	Moneda	Vehículos tipo		
		Livianos	Buses	Camiónes
Lavado, engrase, fumigado	Bs/veh.	60	120	150
	\$us/veh.	8,57	17,14	21,43

Fuente: Entrevista a Taller de Lavado y Engrase Av. Bolivia (El Alto)

(3) Para estimar los costos por este servicio se debe considerar las siguientes recomendaciones para el mantenimiento:

(4) Período de lavado, engrase y fumigado:

67 horas equivalente, para 20 Km a 30 Km / hr.

(5) Período de solamente lavado:

6.7 horas equivalente, para 20 Km a 30 Km / hr.

(6) Es obvio que estas recomendaciones son promedio estimadas sobre rutas de mediana calidad. Para rutas asfaltadas y pavimentas este período es mayor y para rutas de ripio o tierra el periodo de este tipo de mantenimiento es menor.

Cuadro A.14
Costos de Mantenimiento Rutinario

Vehículos tipo	\$us/veh.	Periodo/horas	Costo/hora
Livianos	8,57	67	0,13
Buses	17,14	67	0,26
Camiones	21,43	67	0,32

d.2) Mantenimiento Especial

(1) Además del lavado fumigado y engrase, los vehículos necesitan de cambio de repuestos que se desgastan con la operación de los mismos. Cambio de frenos, baterías, bujías, pastillas de carbón del motor de arranque, filtros de aire, aceite, gasolina, etc., y también piezas mayores de acuerdo al transcurso de la vida operativa del vehículo, llegando hasta el cambio de anillas del motor, bomba de agua, aspas ventiladores, muelles, amortiguadores, etc. Esto depende de las condiciones de conducción y de vías por donde circulan los vehículos. Los costos serán mayores cuanto menores sea la calidad de la ruta, mayores pendientes, curvas cerradas superficies no asfaltadas, etc.

- **Recambio de filtros y baterías**

(1) De acuerdo a la experiencia boliviana recogida en el “Estudio Integral de Transporte” tenemos los siguientes consumos:

Filtros de Aceite: cada 5.000 Km o 166 horas a 30 Km / hr.

De 10.000 adelante cada 8.000 Km o 266 horas a 30 Km / hr

Filtros de Diesel Se limpian filtros cada 4.000 Km (133 horas)
Se cambian cada 8.000 (566 horas)

Filtros de Gasolina Se limpian cada 5.000 Km (166 horas)
Se cambian cada 10.000 (336 horas)

Filtros de Aire Se cambian cada 10.000 Km

(2) Las condiciones de precio promedio actual son: (sujeto siempre a confirmaciones)

Filtros aceite	10,00 \$us
Filtros diesel	5.00 \$us.
Filtro de gasolina	4,00 \$us
Filtros de aire	5.25 \$us.

- **Baterías**

(3) Tienen una duración de 1350 horas de operación, que a velocidades normales representa el periodo de 1 ½ años de funcionamiento. El precio promedio de las baterías a marzo del 2011 es el siguiente:

Vehículo liviano	95,71 \$us
Vehículo mediano	217,14 \$us
Vehículo grande	198,50 \$us

- **Mano de obra en las reparaciones**

(1) Además de los repuestos existe un gasto por mano de obra de los mecánicos que tienen que realizar los cambios periódicos en los ítems señalados más arriba. Esta mano de obra incluye también el gasto de herramientas, el uso del taller mecánico de reparaciones con todos sus costos de alquiler, luz, agua, impuestos y otros gastos administrativos. De manera que este costo de mano de obra no solamente incluye sueldo del mecánico y ayudantes, sino la estructura de costos del taller.

(2) Para Bolivia se ha extractado de la experiencia recogida por el estudio integral de transporte lo siguiente:

Costo, mano de obra vehículo liviano \$us/hora 8.5

Costo, mano de obra vehículo pesado \$us/hora 7,0

(3) La diferencia a favor de los vehículos pesados, parece deberse a las ubicaciones de los talleres. Para determinar finalmente el costo de la mano de obra, es necesario conocer cuantas horas se emplea en el mantenimiento rutinario y en el especial. De acuerdo a la experiencia tenemos la siguiente utilización de horas hombre para mano de obra por año:

Vehículo liviano	50 horas
Vehículo mediano	60 horas
Vehículo grande	70 horas

(4) Resumiendo los precios de los costos de mantenimiento y efectuando el cálculo en función de las horas de recambio y mantenimiento por mano de obra se tiene lo siguiente:

Cuadro A.15
Tarifas de Filtros, Baterías y Mano de Obra

Tipo de mantenimiento	Unidad	Vehículos tipo		
		Livianos	Buses	Camiónes
Filtros: aceite	Pza	10,00	12,00	12,00
diesel	Pza		6,00	6,00
gasolina	Pza	5,00		
aire	Pza	5,25	5,25	5,25
Baterías	Pza	95,71	217,14	198,50
Mano de obra, reparaciones	hora/hombre	8,50	7,50	7,50

Fuente: Visita a casas especializadas y talleres mecánicos Marzo/2011

Cuadro A.16
Costos de Mantenimiento Especial

Tipo de mantenimiento	Livianos		Buses		Camiones	
	Hrs/trabajo	Costo/hora	Hrs/trabajo	Costo/hora	Hrs/trabajo	Costo/hora
Filtros: aceite	266	0,04	166,00	0,07	166	0,07
diesel			566,00	0,01	566	0,01
gasolina	336	0,01				
aire	166	0,03	166,00	0,03	166	0,03
Baterías	1350	0,07	1350,00	0,16	1350	0,15
Mano de obra, reparaciones	50	0,17	60,00	0,13	70	0,11
Total costo/hora/vehículo		0,32		0,40		0,37

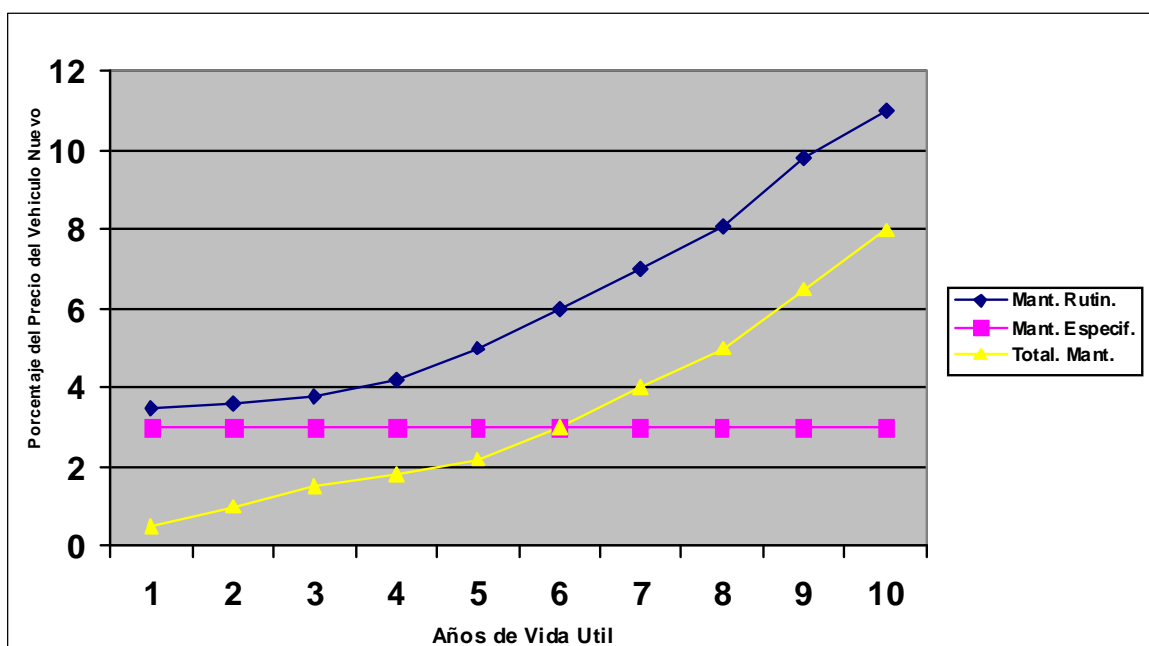
Fuente: Elaboración propia

d.3) Mantenimiento Específico

(1) Como ya definimos este mantenimiento se refiere a trabajos mayores como cambio de anillas, bomba de gasolina, agua, reparación del sistema eléctrico, corona, motor de arranque, chapa y pintura, etc.

(2) Estas reparaciones van aumentando conforme transcurre la vida del vehículo hasta llegar a límites donde se hacen antieconómica la operación. Esta tendencia se muestra en el gráfico siguiente:

Figura A.1
Comportamiento del Mantenimiento de Vehículos



(3) Para fines prácticos, en la estimación de costos de mantenimiento se hace necesario tener un promedio para este efecto las expresiones se basan en una proporción de la inversión del vehículo.

$$G_m = p * P_n$$

G_m: Gastos de mantenimiento total anual por período

P_n: Precio del vehículo nuevo

p : Porcentaje sobre el precio del vehículo nuevo. Esta generalmente en función a 1000 horas trabajadas.

(4) De acuerdo a la experiencia boliviana y datos recogidas del Estudio Integral de Transporte en Bolivia, los valores de “p” son los siguientes:

(5) Estimaciones de “p” para 1.000 horas de operación vehicular

Vehículo liviano	7.38 %
Vehículo mediano	6.30 %
Vehículo pesado (camión bus)	4.68 %

(6) Es obvio que estos porcentajes fluctúan de acuerdo a varios factores como ser la forma de conducir, las características de las rutas y vías donde transita el vehículo, las velocidades de conducción, etc.

(7) Existen factores de corrección para las influencias anteriores que a manera de referencia se de a continuación:

Índices de corrección del coeficiente de mantenimiento
“p” en función de las velocidades

Velocidad Km / hr	índice de corrección
30	0.98
40	1.00
50	1.06
55	1.09
60	1.11

Índices de corrección del coeficiente de mantenimiento “p”
en función del tipo de carreteras

Tipo de carreteras	Pavimento	Grava	Tierra
Índice de Corrección	0.95	1	1.05

Cuadro A.17
Resumen de Costos de Mantenimiento

Costo Financiero

Vehículos Tipo	Precio \$us	Factor de ajuste	Base Imponible	Horas operac/año	Costo \$us/h Mat. Espec.	Costo \$us/h otros		Total Costo \$us/hora
						Rutinario	Especial	
Automovil	28.300,03	0,0738	2.088,54	1.000,00	2,09	0,13	0,32	2,54
Camioneta	36.300,19	0,0738	2.678,95	1.000,00	2,68	0,13	0,32	3,13
Minibus	38.900,30	0,0738	2.870,84	1.000,00	2,87	0,13	0,32	3,32
Bus mediano	45.400,01	0,0630	2.860,20	1.000,00	2,86	0,26	0,40	3,52
Bus grande	79.355,52	0,0630	4.999,40	1.000,00	5,00	0,26	0,40	5,66
Camión liviano	89.938,79	0,0468	4.209,14	1.000,00	4,21	0,32	0,37	4,90
Camión pesado	105.756,00	0,0468	4.949,38	1.000,00	4,95	0,32	0,37	5,64

Fuente: Elaboración propia en base a datos de costos de mantenimiento rutinario, especial y específico

Cuadro Nº A.17.1
Resumen de Costos de Mantenimiento

Costo Económico

Vehículos Tipo	Precio \$us	Factor de ajuste	Base Imponible	Horas operac/año	Costo \$us/h Mat. Espec.	Costo \$us/h otros		Total Costo \$us/hora
						Rutinario	Especial	
Automovil	21.463,41	0,0738	1.584,00	1.000,00	1,58	0,13	0,32	2,03
Camioneta	26.278,95	0,0738	1.939,39	1.000,00	1,94	0,13	0,32	2,39
Minibus	33.209,66	0,0738	2.450,87	1.000,00	2,45	0,13	0,32	2,90
Bus mediano	44.496,50	0,0630	2.803,28	1.000,00	2,80	0,26	0,40	3,46
Bus grande	74.370,30	0,0630	4.685,33	1.000,00	4,69	0,26	0,40	5,35
Camión liviano	83.562,14	0,0468	3.910,71	1.000,00	3,91	0,32	0,37	4,60
Camión pesado	98.351,90	0,0468	4.602,87	1.000,00	4,60	0,32	0,37	5,29

Fuente: Elaboración propia en base a datos de costos de mantenimiento rutinario, especial y específico

e) Salarios de la tripulación

(1) Para completar los costos operativos, es necesario estimar el costo tanto de la tripulación; que se refieren a chofer, ayudantes y responsable de oficina. De acuerdo a visitas a empresas de transporte y entrevistas a conductores, se ha establecido el costo de la tripulación.

(2) En el caso del presente estudio, dado que la composición vehicular es en su mayoría minibuses de transporte público con cerca al 50% y el resto a los demás vehículos en menor proporción determinamos e investigamos los niveles salariales de la tripulación, verificando para ello las asignaciones de sueldos y salarios en caso de transporte interdepartamental si es titular o relevo, si es chofer de flota o camión, y en el caso de transporte urbano como automóviles (trufis) y minibuses se mide a partir de la renta a choferes en el primer caso y choferes y voceadores en el segundo caso.

Cuadro A.18
Costos de Salarios de la Tripulación

Vehículos Tipo	Personas Tripulación	Sueldo/mes Bs.	Recargos Alimentac.	Total Ganado (Bs/mes)	Costo \$us/hora	
					Financiero	Económico
Automovil	chofer	1.300,00	0,00	1.300,00	0,93	0,93
Camioneta	chofer	1.300,00	300,00	1.600,00	1,14	1,14
Minibus	chofer	1.750,00	0,00	1.750,00	1,25	1,25
	voceador	500,00	200,00	700,00	0,50	0,12
Bus mediano (urbano)	chofer	1.200,00	300,00	1.500,00	1,07	1,07
Bus grande (interdep.)	chofer	1.650,00	330,00	1.980,00	1,41	1,41
	chofer relevo	1.000,00	220,00	1.220,00	0,87	0,37
	ayudante	600,00	220,00	820,00	0,59	0,28
Camión liviano	chofer	1.200,00	330,00	1.530,00	1,09	1,09
Camión pesado	chofer	1.800,00	360,00	2.160,00	1,54	1,54
	ayudante	1.000,00	330,00	1.330,00	0,95	0,45

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas a conductores.

(3) Respecto a los recargos, se refieren básicamente a los viáticos con destino a refrigerios y/o alimentación. La mayoría de los conductores no reciben otros ingresos por cargas sociales, exceptuando el caso de choferes que pertenecen a empresas de transporte interdepartamental. Esto debido a muchos casos que los transportistas están conformados por unidades familiares o pertenecen a alguna agrupación sindical.

f) Gastos Generales

(1) En este concepto se agrupan todos los demás costos que inciden en la operación del vehículo en forma indirecta. Se puede sub clasificar estos costos en lo siguiente:

- Impuestos municipales y nacionales
- Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT)
- Gastos por garaje o Terminal
- Gastos de oficina, empleados, alimentación en los viajes y Terminal para el caso de buses interurbanos, trufis y mini buses, etc.
- **Impuestos municipales y nacionales**

(2) Para el caso de los vehículos tenemos que tomar en cuenta las disposiciones de la Ley de reforma tributaria 843 (texto ordenado) que rige en la actualidad. Esta Ley después de la valorización de los vehículos de acuerdo a tablas de depreciación aplica el 1% como impuesto municipal, después de cierto valor se aplica el impuesto nacional para vehículos muy caros.

(3) Para el estudio de transportes a detalle se debería establecer que porcentaje de vehículos caros circulan por la ruta estudiada para aplicar una ponderación.

(4) Para fines prácticos se puede aceptar el 1% solamente. El cálculo del impuesto tiene que ser una ponderación de la vida útil de un vehículo, para este efecto se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Costo por Impuesto Horario} = \frac{\left[\frac{n+1}{2n} \right] * \text{Precio vehículo nuevo} * \% \text{ impuesto anual}}{\text{Kms / año}}$$

Donde: n = vida útil del vehículo

(5) Se estima que la vida de un vehículo en Bolivia, es de 10 años vehículos livianos, 8 años buses y camiones. De esta manera, efectuando los cálculos respectivos se tiene el importe de impuestos por tipo de vehículos:

Cuadro A.19
Impuestos por Vehículo Tipo

Tipo de Vehículo	Precio Veh. \$us	Km/año	Impuesto Determinado
Livianos	28.300	24.000	75
Buses	79.356	60.000	245
Camiones	105.756	86.400	215

Fuente: Elaboración propia

• Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT)

(1) El SOAT es un seguro obligatorio de accidentes de tránsito, creado por Ley 1883 "Ley de Seguros" emitida el 25 de junio de 1998; este seguro tienen que adquirirlo todos los propietarios de vehículos particulares ó públicos que circulen en el territorio nacional. Los riegos cubiertos son:

- Gastos médicos
- Indemnización por muerte
- Incapacidad total permanente
- Gastos funerarios

(2) El alcance que tiene la cobertura del SOAT menciona que, la cobertura indemnizará por daños personales ocasionados por un accidente de tránsito que produzca muerte o lesiones corporales a peatones, pasajeros o conductores.

(3) Las tarifas para el SOAT han sido diferenciadas por tipo de vehículo y difiere por Departamento. Las tarifas para el departamento de La Paz para la gestión 2011 se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro A.20
Tarifas SOAT Departamento de La Paz - Gestión 2011

t.c. \$us/Bs 7,00

CLASE DE VEHICULO	En Bs.		En \$us	
	USO PARTICULAR	USO PUBLICO	USO PARTICULAR	USO PUBLICO
MOTOCICLETA	210,00	175,00	30,00	25,00
AUTOMOVIL	100,00	133,00	14,29	19,00
JEEP	90,00	63,00	12,86	9,00
CAMIONETA	135,00	189,00	19,29	27,00
VAGONETA	100,00	140,00	14,29	20,00
MINIBUS	325,00	413,00	46,43	59,00
MICROBUS	440,00	440,00	62,86	62,86
COLECTIVO	567,00	504,00	81,00	72,00
OMNIBUS	2520,00	3700,00	360,00	528,57
CAMION	310,00	180,00	44,29	25,71
TRACTO CAMION	275,00	189,00	39,29	27,00

Fuente: Compañías de Seguros CREDINFORM/2011.

- **Costo por Garaje ó Terminal**

(1) Este es un costo que frecuentemente no se toma en cuenta. Todos los vehículos necesitan un lugar de estacionamiento apropiado, además, que es considerable en el caso de los vehículos públicos, que tienen que recorrer distancias apreciables por este concepto.

(2) En los vehículos de viajes de larga distancia este costo puede resultar hasta un 10% de los costos operativos vehiculares. Para estimar estos costos es necesario estimar el canon de alquiler de los predios destinados a garaje. Estos precios en la actualidad están en el siguiente orden:

Cuadro N° A.21
Gastos por Garage o Terminal (La Paz)

VEHICULO TIPO	Canon de Alq/día	Canon de Alq/mes	Costo \$us/mes
Liviano (Mini bus)	6	180	25,71
Bus	10	300	42,86
Camión	15	450	64,29

(3) Además de estos costos se debe adicionar los costos llamados de maniobra, que son los costos operativos del vehículo en trasladarse desde y hacia el garaje. Este es un costo frecuentemente omitido y en muchos casos como en los vehículos de servicio público tiene una incidencia apreciable en los costos reales.

(4) El costo por garaje llamada también costos de “Terminal”, se mide por lo siguiente:

- Alquiler o valor del garaje que es el espacio para guardar el vehículo,
- Costos de maniobra, equivalente a los costos operativos vehiculares de ir y venir del garaje.

(5) Para el costo por kilómetro u horario la expresión será:

$$\text{Costo garaje o terminal por Km} = \frac{\text{Costo o garaje anual}}{\text{Recorrido anual en Km}}$$

$$\text{Costo garaje o terminal horario} = \frac{\text{Costo terminal o garaje anual}}{\text{Horas operadas al año}}$$

- **Gastos de Oficina, Empleados Patentes y Otros**

(1) Dentro de estos gastos están considerados los gastos generales medios anuales que incurren los vehículos de servicio público como son los Buses y Camiones y se refiere a los gastos de oficina, mantenimiento, material de oficina, servicios básicos, sueldos de personal de oficinas, seguros de transporte, licencia municipal e impuestos. En el caso de los vehículos livianos de servicio público como ser taxis, trufis y minibuses estos costos son incurridos por cada sindicato y cubren gastos de material de oficina (papelería, impresos, etc) y gastos de representación (están exentos de impuestos). En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los gastos de oficina y otros por tipo de vehículo a costos financieros, para los costos económicos aplicamos la razón precio cuenta:

Cuadro A.22
Gastos de Oficina (Livianos)

CONCEPTO	Mensual Bs	Mensual \$us	Costo Anual (\$us)	
			Financiero	Económico
Vehículos Livianos de Servicio Público: Trufis y Minibuses				
Alquiler de oficina	250,00	35,71	428,57	428,57
Papelería	150,00	21,43	257,14	257,14
Servicios Básicos	100,00	14,29	171,43	171,43
Varios	100,00	14,29	171,43	171,43
TOTAL			1028,57	1028,57
Porcentaje del gasto x vehículo			10%	10%
Costo determinado por vehículo			102,86	102,86

Cuadro A.22.1
Gastos de Oficina (Buses)

Vehículos Buses: de Pasajeros

Alquiler de oficina	700,00	100,00	1.200,00	1.200,00
Papelería (boletos ot)	400,00	57,14	685,71	685,71
Personal: Adm (2)	2.400,00	342,86	4.457,14	4.457,14
Aux (2)	1.200,00	171,43	2.228,57	958,29
Servicios Básicos	100,00	14,29	171,43	171,43
Comunicaciones	700,00	100,00	1.200,00	1.200,00
Hojas de ruta	300,00	42,86	514,29	514,29
Licencias			65,00	0,00
TOTAL			10.522,14	9.186,86
Porcentaje del gasto x vehículo			7%	7%
Costo determinado por vehículo			736,55	643,08

Cuadro A.22.2
Gastos de Oficina (Camiones)

Vehículos Pesado: Camiones

Alquiler de oficina	200,00	28,57	342,86	342,86
Papelería	100,00	14,29	171,43	171,43
Personal: encargado	800,00	114,29	1485,71	638,86
Servicios Básicos	80,00	11,43	137,14	137,14
Hojas de Ruta	150,00	21,43	257,14	257,14
Varios	400,00	57,14	685,71	582,86
TOTAL			3.080,00	2.130,29
Porcentaje del gasto x vehículo			5%	5%
Costo determinado por vehículo			154,00	106,51

Fuente: Elaboración propia

○ **Resumen de Gastos Generales**

(1) En el cuadro siguiente se presenta el resumen de los gastos generales encontrados para los vehículos representativos.

Cuadro N° A.23
Resumen de Gastos Generales (Vehículos/año)

CONCEPTO	LIVIANOS		BUSES		CAMIONES	
	Financiero	Económico	Financiero	Económico	Financiero	Económico
Impuestos	114	0,00	245	0,00	215	0,00
Seguros (SOAT)	59	73,16	528,57	655,43	25,71	31,88
Gastos de garage	25,71	25,71	42,86	42,86	64,29	64,29
Gastos de Oficina	102,86	102,86	736,55	643,08	154,00	106,51
TOTALES	301,57	201,73	1.552,98	1.341,36	459,00	202,68

Fuente: Elaboración propia en base a datos anteriores.

Cuadro N° A.24
Resumen de Gastos Generales Por Vehículo Tipo

TIPO DE VEHICULO	Impuestos	Seguros	Garage	G. Oficina	Total Fin	Total Eco
1. Automovil	114	19,00	25,71	0	158,71	106,17
2. Camioneta	114	27,00	25,71	0	166,71	111,52
3. Mini Bus	114	59,00	25,71	75,79	274,50	183,63
4. Bus (Urbano)	245	72,00	42,86	454,02	813,88	702,98
5. Bus (Omnibus)	245	528,57	42,86	63,025	879,45	759,62
6. Camión Liviano	215	44,29	64,29	126,05	449,62	198,54
7. Camión Pesado	215	39,29	64,29	126,05	444,62	196,33

Fuente: Elaboración propia

2.1.3 Resumen de los Costos de Operación Vehicular

(1) Con los datos anteriormente analizados, se ha obtenido el cálculo de los componentes de los costos de operación, el mismo que se presenta en un resumen de los costos unitarios calculados por tipo de vehículos tanto a precios financieros como a precios económicos, datos que serán introducidos al Modelo HDM IV.

(2) En los cuadros siguientes se presentan el resumen de los costos de operación vehicular encontrados

:

Cuadro N° A.25
DATOS DE ENTRADA DEL MODELO HDM-VOC
Recursos y Costos Unitarios por Vehículo Tipo

COSTOS FINANCIEROS

ITEM	Unidad	Livianos			Buses		Camiones	
		Automovil	Camioneta	Mini Bus	Mediano	Grande	Liviano	Pesado
Costo medio de un vehículo nuevo	\$us/veh.	28,300	36,300	38,900	45,400	79,356	89,939	105,756
Costo medio de sustitución de un neumático	\$us/veh.	46.00	131.00	88.01	128.00	202.00	176.00	481.00
Tipo de Combustible	Litro	Gasolina	Gasolina	Gasolina	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel
Costo medio del combustible	\$us/litro	0.529	0.529	0.529	0.527	0.527	0.527	0.527
Costo medio del lubricante	\$us/litro	4.24	4.24	4.24	4.24	4.24	4.24	4.24
Costo medio de la mano de obra de mantenimiento	\$us/hora	2.54	3.13	3.32	3.52	5.66	4.90	5.64
Salario total de la tripulacion	\$us/hora	0.93	1.14	1.75	1.07	2.87	1.09	2.49
Costo de los gastos generales medios anuales	\$us/hora	158.71	166.71	275	814	879	450	445
Interés anual medio por la compra veh. nuevo	%	12.81	12.81	12.81	12.81	12.81	12.81	12.81

Fuente: Elaboración propia en base a datos anteriores

Cuadro N° A.26
DATOS DE ENTRADA DEL MODELO HDM-VOC
Recursos y Costos Unitarios por Vehículo Tipo

COSTOS ECONOMICOS

ITEM	Unidad	Livianos			Buses		Camiones	
		Automovil	Camioneta	Mini Bus	Mediano	Grande	Liviano	Pesado
Costo medio de un vehículo nuevo	\$us/veh.	21,463	26,279	33,210	44,496	74,370	83,562	98,352
Costo medio de sustitución de un neumático	\$us/veh.	43	123	83	120	189	165	451
Tipo de Combustible	Litro	Gasolina	Gasolina	Gasolina	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel
Costo medio del combustible	\$us/litro	0.717	0.717	0.717	0.813	0.813	0.813	0.813
Costo medio del lubricante	\$us/litro	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29
Costo medio de la mano de obra de mantenimiento	\$us/hora	2.03	2.39	2.90	3.46	5.35	4.60	5.29
Salario total de la tripulacion	\$us/hora	0.93	1.14	1.37	1.07	2.06	1.09	1.99
Costo de los gastos generales medios anuales	\$us/hora	106.17	111.52	184	703	760	199	196
Interés anual medio por la compra veh. nuevo	%	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67

Fuente: Elaboración propia

PRESUPUESTO DESGLOSADO - CONVERSION DE PRECIOS FINANCIEROS A PRECIOS ECONOMICOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AUTOPISTA LA PAZ - EL ALTO

Nov-11

Moneda: Dólares Americanos

DESCRIPCIÓN	Materiales Importado	Materiales Nacional	Mano de Obra Especializada	Mano de Obra No Especializada	Equipo Importado	Equipo Nacional	Herramientas	Cargas Sociales	Impuestos IVA	Gastos Generales	Utilidad	Impuestos IT	Costo Total
OBRAS PRELIMINARES		24.183,70	58.971,16	46.921,58	262.245,30		9.432,77	58.241,01	24.521,58	48.451,71	53.296,88	18.115,61	604.381,30
MOVIMIENTO DE TIERRAS			34.616,65	37.114,46	685.448,88		5.525,44	39.452,13	16.610,77	81.876,81	90.064,53	30.612,94	1.021.322,61
PAVIMENTACION	3.788.997,42	7.069.952,24	175.037,68	142.663,41	941.032,71		28.300,33	174.735,60	73.570,04	1.239.428,92	1.363.371,81	463.410,09	15.460.500,24
OBRAS GENERALES DE DRENAJE			14.814,76	81.662,66	75.169,90		8.594,06	53.062,58	22.341,28	25.564,53	28.120,98	9.558,32	318.889,06
CUNETAS	61.265,18	169.471,59	26.420,33	20.320,31	4.076,81	6.025,91	4.163,58	25.707,35	10.823,73	32.827,48	36.110,23	12.273,87	409.486,37
CUNETA DE CORDON DE ACERA		2.623,07	2.107,14	1.580,35			328,48	2.028,12	853,91	952,11	1.047,32	355,98	11.876,48
BORDILLO - CUNETA		145.559,79	19.899,31	15.294,57	2.943,34	5.542,22	3.135,02	19.356,63	8.149,85	21.988,07	24.186,88	8.221,12	274.276,80
ZANJAS DE CORONAMIENTO		99.260,45	24.580,96	10.534,70			3.128,05	19.313,61	8.131,73	16.494,95	18.144,44	6.167,30	205.756,18
BAJANTES	1.426,72	10.807,86	1.575,10	2.343,60	84,78	111,22	349,07	2.155,28	907,45	1.976,11	2.173,72	738,85	24.649,74
DESARENADORES	3.525,95	3.566,82	572,48	429,36	127,33	120,10	89,24	551,02	232,00	921,43	1.013,57	344,51	11.493,83
CAMARAS INTERCEPTORAS	22.180,97	26.415,27	4.151,54	3.113,65	884,45	912,67	647,17	3.995,86	1.682,40	6.398,40	7.038,24	2.392,30	79.812,91
SISTEMA COLECTOR PLUVIAL		80.944,03	14.319,82	11.773,79			2.324,38	14.351,49	6.042,50	12.975,60	14.273,16	4.851,45	161.856,23
CAMARAS DE INSPECCION	342,63	10.361,73	1.514,88	2.661,33	10,84	8,78	372,01	2.296,91	967,08	1.853,62	2.038,98	693,05	23.121,82
ALCANTARILLAS	27.147,92	146.866,11	15.901,27	12.022,88	830,03	899,58	2.487,44	15.358,28	6.466,40	22.797,99	25.077,79	8.523,94	284.379,64
SUBDREN	117.244,95	502.315,37	15.679,88	18.177,00	2.982,96		3.015,92	18.621,28	7.840,23	68.587,76	75.446,53	25.644,28	855.556,16
VIADUCTO PROG. KM. 3+650	49.034,50	47.961,43	10.307,02	10.014,18	12.381,76	1.656,57	1.810,18	11.176,66	4.705,78	14.904,81	16.395,29	5.572,76	185.920,93
VIADUCTO PROG. KM. 4+025	66.733,52	86.448,11	17.438,40	17.555,92	22.396,53	3.073,10	3.117,24	19.246,88	8.103,63	24.411,34	26.852,47	9.127,15	304.504,28
VIADUCTO PROG. KM. 4+680	167.514,60	218.980,97	41.563,54	42.582,97	46.965,22	7.718,46	7.495,64	46.280,58	19.485,81	59.858,78	65.844,66	22.380,60	746.671,83
VIADUCTO PROG. KM. 8+350	12.227,25	20.180,89	2.648,02	2.594,14	1.291,52	540,97	466,96	2.883,19	1.213,93	4.404,69	4.845,15	1.646,87	54.943,57
VIADUCTO PROG. KM. 10+640	111.557,16	99.106,19	22.039,43	20.517,15	28.413,68	3.428,77	3.790,87	23.406,12	9.854,83	32.211,42	35.432,56	12.043,53	401.801,69
VIADUCTO PROG. KM. 10+924	81.400,63	85.041,74	17.421,10	16.244,31	21.728,96	2.963,11	2.998,86	18.515,98	7.795,90	25.411,06	27.952,17	9.500,94	316.974,75
REACONDIC. DE PASARELAS Y ESTRUCT. EXIST	201.307,06	325.504,68	65.151,64	73.080,92	83.629,98	6.669,10	12.313,55	76.027,91	32.010,52	87.569,54	96.326,49	32.741,37	1.092.332,75
ACOMETIDA EN MT	2.325,24									232,52	255,78	86,94	2.900,48
PUESTO DE TRANSFORMACION	97.586,95	9.038,70	17.265,63				1.538,00	9.496,10	3.998,20	13.892,36	15.281,59	5.194,21	173.291,74
ACOMETIDA EN BAJA TENSION	69.514,50		548,77	411,57			85,55	528,19	222,39	7.131,10	7.844,21	2.666,25	88.952,50
TABLEROS ELECTRICOS	17.868,53		1.994,90	1.496,17			310,98	1.920,09	808,42	2.439,91	2.683,90	912,25	30.435,17
TUBOS METALICOS Y DUCTOS		113.831,91	6.986,64	5.239,98			1.089,13	6.724,65	2.831,32	13.670,36	15.037,40	5.111,21	170.522,60
CAJAS METALICAS		10.181,77	246,11	185,40			38,44	237,33	99,92	1.098,90	1.208,79	410,87	13.707,52
MONOCONDUCTORES DE COBRE	479.639,86		33.947,57	25.460,68			5.292,00	32.674,54	13.757,17	59.077,18	64.984,90	22.088,37	736.922,25
LUMINARIA DE ALUMBRADO PUBLICO	347.475,57		963,87	10.837,65			1.051,26	6.490,84	2.732,88	36.955,21	40.650,73	13.817,18	460.975,18
POSTES	3.483,67	134.222,97	3.051,77	4.244,26			649,92	4.012,81	1.689,54	15.135,49	16.649,04	5.659,01	188.798,48
OBRAS CIVILES	71,34	27.293,12	4.553,99	15.330,29	13.953,38	1.089,98	1.771,26	10.936,35	4.604,60	7.960,43	8.756,48	2.976,33	99.297,54
TIERRA CON UNA JABALINA	931,77		197,98	148,48			30,86	190,55	80,23	157,99	173,79	59,07	1.970,72
VARIOS	6.550,70		281,23	180,77	9.052,63		41,15	254,10	106,99	1.646,76	1.811,43	615,71	20.541,46
OBRAS GENERALES COMPLEMEN. DE DRENAJE			174,36	1.306,18	923,64		131,88	814,29	342,85	369,32	406,25	138,08	4.606,85
EMBOBEDADO	41.478,92	119.472,02	23.876,01	15.130,58	1.263,00	999,14	3.474,65	21.453,63	9.032,76	23.618,07	25.979,88	8.830,56	294.609,22
TUBERIA DE ALTA PRESION	26.241,75	12.013,15	3.380,44	1.820,93	88,78	98,49	463,33	2.860,75	1.204,48	4.817,21	5.298,93	1.801,11	60.089,34
CANALIZACION RIO CHOQUEYAPU		7.722,64	1.124,81	2.011,12			279,34	1.724,76	726,19	1.358,89	1.494,77	508,07	16.950,58
OBRAS COMPLEMENTARIAS - MUROS	441.348,68	884.012,78	136.870,49	138.062,55	72.821,51	29.240,32	24.490,61	151.213,17	63.666,24	194.172,65	213.589,91	72.599,21	2.422.088,11
OBRAS COMPLEMENTARIAS - PARADEROS	119.184,57	72.919,20	24.827,10	19.892,87	1.266,62	181,98	3.983,59	24.595,98	10.355,80	27.720,77	30.492,85	10.364,52	345.785,85
OBRAS COMPLEMENTARIAS - MIRADOR	16.798,24	44.967,10	8.365,64	9.301,55	5.661,93	15,67	1.573,77	9.716,96	4.091,19	10.049,21	11.054,13	3.757,30	125.352,69
OBRAS HIDRAULICAS DE ARTE MENOR	48.134,67	15.602,63	2.831,75	2.440,91	1.232,52	532,18	469,68	2.899,96	1.220,99	7.536,53	8.290,18	2.817,83	94.009,83
SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN VIAL	262.963,40	279.910,11	84.403,76	87.476,46	35.347,72	5.909,78	15.310,83	94.534,12	39.802,30	90.565,85	99.622,43	33.861,66	1.129.708,42
SERVICIO DE CAMPO PARA FISC. Y SUP.	70.002,06	328.224,80								39.822,69	43.804,96	14.889,30	496.743,80
TOTAL A PRECIOS FINANCIEROS	6.763.506,85	11.234.964,91	942.624,91	930.181,62	2.334.256,69	77.738,09	165.962,50	1.030.043,61	433.685,79	2.391.296,51	2.630.426,16	894.081,85	29.828.769,48
RPCD	1,24	1,00	1,00	0,23	1,24	1,00	1,00	0,23		1,00	1,00		
TOTAL A PRECIOS ECONOMICOS	8.386.748,49	11.234.964,91	942.624,91	213.941,77	2.894.478,30	77.738,09	165.962,50	236.910,03		2.391.296,51	2.630.426,16		29.175.091,66

PORCENTAJE	22,67%	37,66%	3,16%	3,12%	7,83%	0,26%	0,56%	3,45%	1,45%	8,02%	8,82%	3,00%	100,00%
------------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	---------

COSTO DE CONSTRUCCION

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE OBRAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AUTOPISTA LA PAZ-EL ALTO

T.C. = 6.96 Bs.

Longitud del Proyecto: 10+600 Km.

RUBRO	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL	
		Bs.	\$us.
	COSTOS DIRECTOS		
1.	OBRAS PRELIMINARES	3.881.725,01	557.719,11
2.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	6.738.612,49	968.191,45
3.	PAVIMENTACIÓN	107.786.544,39	15.486.572,47
4.	OBRAS DE DRENAJE	19.020.451,07	2.732.823,43
5.	Puentes, Viaductos y Pasarelas	16.007.551,50	2.299.935,56
6.	ILUMINACIÓN	13.549.643,16	1.946.787,81
7.	OBRAS COMPLEMENTARIAS	22.675.193,98	3.257.930,17
8.	SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN VIAL	8.142.524,46	1.169.902,94
9.	SERV. CAMPO SUP. Y FISCALIZACIÓN	3.457.336,85	496.743,80
a	SUBTOTAL (1+2+3+4+5+6+7+8)	201.259.582,91	28.916.606,74
	MEDIDAS AMBIENTALES		
	PRP	1.672.138,40	240.249,77
	PASA	144.791,94	20.803,44
	PPM	1.438.045,83	206.615,78
b	SUBTOTAL	3.254.976,17	467.668,99
c	TOTAL COSTO DIRECTO DE CONSTRUCCION (a+b)	204.514.559,08	29.384.275,73
	COSTOS INDIRECTOS		
d	Costo de supervisión (7,25% de c)	14.831.550,57	2.130.969,91
e	Costo de Fiscalización (1% de c)	2.045.145,59	293.842,76
f	Imprevistos (10,16% de c)	20.788.904,73	2.986.911,60
g	Auditoria, Evaluación y Monitoreo	1.419.840,00	204.000,00
e	COSTO TOTAL DEL PROYECTO (c+d+e+f+g)	243.599.999,97	35.000.000,00
	COSTO Km.	22.981.132,07	3.301.886,79

ANEXO 6.1
ALTERNATIVAS CONSIDERADAS EN EL ESTUDIO DE IDENTIFICACION (EI)

Reportes del HDM Alternativas del GRUPO A
3 Carriles por tipo de pavimento

H D M - 4 Resumen del análisis económico

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Nombre del estudio: Autopista Grupo Alt A

Fecha de ejecución: 31/05/2011

Este informe muestra los beneficios económicos totales usando:

Moneda: US Dollar (millones).

Tasa de descuento: 12,67%.

Modo de Analisis: Por Proyecto

Alternativa: SOB HORM NO ADHERIDA vs Alternativa: ALT BASE

	Incremento en costes de Adm,			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes tiempo viaje de TM	Ahorros en costes viaje op de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exógenos neto	Beneficio Econ. Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	18.01	-0.06	0.00	846.69	289.15	0.00	0.00	0.00	1,117.89
Descontados	16.52	-0.05	0.00	188.27	60.55	0.00	0.00	0.00	232.36

Tasa Interna de Retorno Economica (TIRe) = 65,0% (No. de soluciones = 1)

Alternativa: ASFALTO NUEVO vs Alternativa: ALT BASE

	Incremento en costes de Adm,			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes tiempo viaje de TM	Ahorros en costes viaje op de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exógenos neto	Beneficio Econ. Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	45.69	-0.08	0.00	783.42	289.36	0.00	0.00	0.00	1,027.17
Descontados	27.89	-0.06	0.00	177.69	61.25	0.00	0.00	0.00	211.11

Tasa Interna de Retorno Economica (TIRe) = 52,0% (No. de soluciones = 1)

Alternativa: HORMIGON NUEVO vs Alternativa: ALT BASE

	Incremento en costes de Adm,			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes tiempo viaje de TM	Ahorros en costes viaje op de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exógenos neto	Beneficio Econ. Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	19.16	-0.06	0.00	846.87	296.84	0.00	0.00	0.00	1,124.60
Descontados	17.60	-0.05	0.00	188.52	62.69	0.00	0.00	0.00	233.66

Tasa Interna de Retorno Economica (TIRe) = 63,5% (No. de soluciones = 1)

HDM-4 Version 1,3

ANEXO 6.2
ALTERNATIVAS CONSIDERADAS EN EL ESTUDIO DE IDENTIFICACION (EI)

Reportes del HDM Alternativas del Grupo B
3 Carriles + 1,0 de berma por tipo de pavimento

H D M - 4 Resumen del análisis económico

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Nombre del estudio: Autopista Grupo Alt B

Fecha de ejecución: 31/05/2011

Este informe muestra los beneficios económicos totales usando:

Moneda: US Dollar (millones).

Tasa de descuento: 12,67%.

Modo de Analisis: Por Proyecto

Alternativa: SOB HORM NO ADHERIDA vs Alternativa: ALT BASE

	Incremento en costes de Adm,			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes tiempo viaje de TM	Ahorros en costes viaje op de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exógenos neto	Beneficio Econ. Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	19.69	-0.06	0.00	846.69	289.15	0.00	0.00	0.00	1,116.21
Descontados	18.09	-0.05	0.00	188.27	60.55	0.00	0.00	0.00	230.78

Tasa Interna de Retorno Economica (TIRe) = 61.8% (No. de soluciones = 1)

Alternativa: ASFALTO NUEVO vs Alternativa: ALT BASE

	Incremento en costes de Adm,			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes tiempo viaje de TM	Ahorros en costes viaje op de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exógenos neto	Beneficio Econ. Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	47.88	-0.08	0.00	783.42	289.36	0.00	0.00	0.00	1,024.97
Descontados	29.96	-0.06	0.00	177.69	61.25	0.00	0.00	0.00	209.04

Tasa Interna de Retorno Economica (TIRe) = 49.70% (No. de soluciones = 1)

Alternativa: HORMIGON NUEVO vs Alternativa: ALT BASE

	Incremento en costes de Adm,			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes tiempo viaje de TM	Ahorros en costes viaje op de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exógenos neto	Beneficio Econ. Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	20.71	-0.06	0.00	848.41	297.09	0.00	0.00	0.00	1,124.84
Descontados	19.12	-0.05	0.00	188.77	62.73	0.00	0.00	0.00	232.50

Tasa Interna de Retorno Economica (TIRe) = 60.8% (No. de soluciones = 1)

HDM-4 Version 1,3

ANEXO 6.3
ALTERNATIVAS CONSIDERADAS EN EL ESTUDIO DE IDENTIFICACION (EI)

Reportes del HDM Alternativas del Grupo C
3 Carriles + 3,0 de berma por tipo de pavimento

H D M - 4 Resumen del análisis económico

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Nombre del estudio: Autopista Grupo Alt C

Fecha de ejecución: 31/05/2011

Este informe muestra los beneficios económicos totales usando:

Moneda: US Dollar (millones).

Tasa de descuento: 12,67%.

Modo de Analisis: Por Proyecto

Alternativa: SOB HORM NO ADHERIDA vs Alternativa: ALT BASE

	Incremento en costes de Adm,			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes tiempo viaje de TM	Ahorros en costes viaje op de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exógenos neto	Beneficio Econ. Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	24,80	-0,06	0,00	865,46	297,78	0,00	0,00	0,00	1.138,50
Descontados	22,92	-0,05	0,00	193,45	62,92	0,00	0,00	0,00	233,51

Tasa Interna de Retorno Economica (TIRe) = 56.0% (No. de soluciones = 1)

Alternativa: ASFALTO NUEVO vs Alternativa: ALT BASE

	Incremento en costes de Adm,			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes tiempo viaje de TM	Ahorros en costes viaje op de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exógenos neto	Beneficio Econ. Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	54,05	-0,08	0,00	803,28	298,69	0,00	0,00	0,00	1.047,99
Descontados	35,78	-0,06	0,00	183,08	63,83	0,00	0,00	0,00	211,18

Tasa Interna de Retorno Economica (TIRe) = 45.9% (No. de soluciones = 1)

Alternativa: HORMIGON NUEVO vs Alternativa: ALT BASE

	Incremento en costes de Adm,			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes tiempo viaje de TM	Ahorros en costes viaje op de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exógenos neto	Beneficio Econ. Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	25,59	-0,06	0,00	865,98	306,29	0,00	0,00	0,00	1.146,74
Descontados	23,67	-0,05	0,00	193,80	65,27	0,00	0,00	0,00	235,45

Tasa Interna de Retorno Economica (TIRe) = 55.7% (No. de soluciones = 1)

HDM-4 Version 1,3