Banco Interamericano de Desarrollo

**Haití**

**Apoyo al Sector Transporte de Haití III**

**(HA-L1079)**

**Reconstrucción de la Ruta N° 1 (Ennery - Plaisance)**

**Anexo de Análisis de Viabilidad Económica**

Este documento fue elaborado por Roberto Suárez Nicolini (consultor)

Índice

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. | Introducción…………………………………………………………………………………. | 1 |
|  |  |  |
| 2. | El Proyecto. Oferta y Demanda……………………….…………............................... | 1 |
|  |  |  |
| A. | Situación Actual de la Carretera……………………….……………………………………... | 1 |
| B. | Escenario de Evaluación Sin Proyecto ……………………………..…………....…………… | 2 |
| C. | Escenario de Evaluación Con Proyecto ……………………………..……………………….. | 3 |
| D. | Tránsito Actual y Proyecciones………………………………………………………………. | 5 |
|  |  |  |
| 3. | Metodología e Insumos para la Evaluación Económica…..………………….…………… | 8 |
|  |  |  |
| A. | Metodología General. ………………………………………………………………………… | 8 |
| B. | Insumos para la Evaluación ………………………………..…………………......................... | 9 |
|  |  |  |
| 4. | Costos de Inversión y Mantenimiento. Modelación con HDM-4........................................ | 10 |
|  |  |  |
| A. | Escenarios y Montos de Costos…..…………………………………………............................ | 10 |
| B. | Modelación de Costos de Inversión y Mantenimiento por el HDM…..…………………........ | 12 |
|  |  |  |
| 5. | Costos de Usuarios. Modelación con HDM-4. …..…………………………………...…….. | 13 |
|  |  |  |
| A. | Beneficios……………………………………………………………………………………… | 13 |
| B. | Modelación de Beneficios de Operación, Tiempo y Accidentes por el HDM……………….. | 14 |
| C. | Variación de Costos de Operación y Tiempo…………………………………………………. | 15 |
|  |  |  |
| 6. | Rentabilidad Económica...…................................................................................................... | 16 |
|  |  |  |
| 7. | Análisis de Sensibilidad…........................................................................................................ | 18 |
|  |  |  |
| 8. | Resumen del Análisis de Viabilidad Económica.................................................................... | 22 |
|  |  |  |
| 9. | Conclusiones……………………………………...................................................................... | 22 |
|  |  |  |
| Apéndice I…..………………………………………………………………………………………. | | 23 |
|  |  |  |
| Apéndice II………………………………………………………………………………………….. | | 24 |
|  |  |  |
| Apéndice III…………………………………………………………………………………………. | | 25 |

**Apoyo al Sector Transporte de Haití III**

**(HA-L1079)**

**Viabilidad Económica de la Reconstrucción de la Ruta N° 1 (Ennery-Plaisance)**

1. **Introducción.**
   1. El presente informe presenta el análisis de viabilidad económica de las obras viales de reconstrucción y mejora de la Ruta N° 1, entre las poblaciones de Ennery y Plaisance; este trecho tiene una longitud total de 23,4 km y está ubicado en el Valle de Artibonite, región que constituye la zona agrícola más importante del país, cuya producción complementa la provisión de productos agrícolas para la Capital y abastece también a la zona Norte.
   2. Para la evaluación económica se utilizó la metodología tradicional que considera los beneficios por excedentes del consumidor (ahorros de operación y tiempo de viaje) y la variación de los costos del Estado por gestión de la vía (inversión y mantenimiento), entre los escenarios “Sin Proyecto” y “Con Proyecto”, en un período total de 22 años (constituido por 2 años de obra y 20 años de utilización). Para este análisis se utilizó el modelo HDM-4[[1]](#footnote-1). Tratándose de una evaluación económica, se utilizaron los costos económicos estimados para todos los factores componentes del cálculo.
   3. El análisis fue elaborado tomando como insumo inicial la información suministrada por el Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Comunicaciones (MTPTC) de Haití y los estudios de la firma consultora SNC-Lavalin/LGL contratada para elaborar el diseño de la vía. En algunos aspectos (v.g. geometría de la carretera, estado de la superficie del pavimento, entre otros), la información disponible suministrada por SNC-Lavalin/LGL fue insuficiente para la modelación con el HDM-4; en estos casos, se obtuvieron los datos complementarios de otras fuentes[[2]](#footnote-2). Con ello, se obtiene una aproximación lo suficientemente buena para determinar los indicadores básicos del análisis de viabilidad económica en forma confiable.
2. **El Proyecto. Oferta y Demanda.**
3. Situación actual de la carretera.
   1. **Caracterización general.** La Ruta N° 1 (RN-1) entre Ennery y Plaisance, cuenta con una longitud aproximada de 23,4 km, el 78% de su extensión discurre con un trazado sinuoso en zona montañosa y el 22% restante dispone de un trazado sinuoso en zona de valle. En ese entorno, la carretera presenta un desnivel importante con múltiples curvas de pequeño radio y una calzada peligrosamente estrecha. Partiendo de Ennery, por una extensión de 9,4 km, la ruta se eleva del orden de 600 m; luego, por los siguientes 9,0 km desciende 525 m. Las pronunciadas curvas y bucles (incluyendo un giro doble de 180°) fueron necesarias para adaptar la geometría de la vía a la topografía accidentada del lugar (acotando con ello la inversión originaria), aunque dicho criterio de diseño implicó una importante longitud para la carretera.
   2. En el marco de la evaluación económica, el tramo se ha subdividido en subtramos asociados a la tipología de la infraestructura y el tránsito existente.[[3]](#footnote-3) En ese sentido, se definen dos subtramos homogéneos: (i) Subtramo I: Ennery - Mermelade, con longitud de 9,45 km; (ii) Subtramo II: Mermelade - Plaisance, con longitud de 13,91 km. La longitud total del tramo vial es de 23,36 km. Los mencionados subtramos presentan diferencias en cuanto a: (i) la geometría de la vía, especialmente en cuanto a curvas y pendientes; (ii) el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), puesto que en Mermelade entronca una vía secundaria que modifica los TPDA en los subtramos referidos.
   3. El perfil transversal de la vía en toda la extensión del tramo, presenta condiciones muy deficitarias en cuanto a capacidad, seguridad y estado del pavimento. Por una parte, la calzada es muy angosta (entre 6,0 y 5,0 m) y no existen hombros definidos (en algunas secciones se ven ensanches de tierra o grava que separan la calzada de la vegetación, normalmente en desnivel respecto de la calzada); sin perjuicio que la falta de hombros es una carencia importante para la seguridad vial, es especialmente grave la falta de elementos de protección para los vehículos (v.g. barreras) en zonas donde la traza discurre por ladera de montaña con fuertes desniveles del terreno. Por otra parte, el pavimento presenta deterioros de variado tipo, en algunas zonas se observa fuerte presencia de fisuras por fatiga y en otras se ha efectuado una reparación superficial que regularizó la superficie pero no modificó la capacidad estructural existente.
4. Escenario de Evaluación Sin Proyecto.
   1. Para el escenario ‘Sin Proyecto’, en este caso, se adopta la hipótesis que se mantiene la vía, por lo menos, en condiciones de calidad similares a la actual. No obstante, no cabe adoptar la hipótesis de no realizar ningún trabajo y permitir que la ruta se destroce totalmente; ello sería insostenible para una administración vial responsable, en la medida que esta opción implicaría un freno al desarrollo.
   2. Por ello, se asume que se realizarían obras mínimas que aseguren la transitabilidad al menos en las condiciones de circulación actual; en ese sentido, se prevé se realicen obras de rehabilitación de la calzada para evitar zonas en mal estado que impidan una razonable transitabilidad durante todo el período de análisis (22 años), posibilitando que la velocidad promedio se mantenga en el orden de 30 km/h a 40 km/h (automóviles y camionetas).
   3. En ese sentido, para la situación ‘Sin Proyecto’ se define una política de obras como sigue: (i) mantenimiento (bacheo y sellado) del pavimento actual en toda la longitud de la carretera (total de 23,4 km); (ii) rehabilitación (bacheo, sellado y sobrecapa asfáltica de 5.0 cm) del pavimento en el subtramo y en la ocasión en que el IRI alcance el valor de 12 mm/m. Esta hipótesis es una “exigencia media” para el Proyecto, en cuanto la misma supone comparar el Proyecto contra una alternativa que tiene efectos limitantes sobre los costos y tiempos de circulación; no obstante, por su propia naturaleza, esta alternativa no mejora sensiblemente los costos de viaje y las condiciones de seguridad vial.
5. Escenario de Evaluación Con Proyecto.
   1. El Proyecto consiste en la reconstrucción y ampliación de la plataforma, construcción de drenajes, etc. Asimismo, se realizan ajustes localizados de la traza (planimetría) y la altimetría de la ruta existente para superar singularidades que generan problemas de seguridad vial; con ello, la longitud total del tramo se reduce de 23,4 km a 22,8 km (reducción de 2,5%). Conservadoramente, se prevé que las obras se realizarán en un plazo de 24 meses, por lo que para este escenario se prevé que las obras se ejecutarán en el año 2015 y 2016.[[4]](#footnote-4)
   2. En función del proyecto preliminar elaborado por la firma consultora SNC-Lavalin/ LGL, las características del diseño de las obras de reconstrucción y mejora de la vía, incluyen:
6. Mejora de la calzada: (i) ampliación del ancho a 7,00 m total; (ii) reconstrucción completa de la estructura de pavimento en toda la extensión de la vía ajustada (22,8 km), con 20 cm de base granular sobre la capa de sub-base existente, 14 cm de base estabilizada y 7,0 cm de carpeta asfáltica.
7. Construcción de hombros con un ancho de 2,00 m en la sección estándar (1,00 m en secciones especiales); en la sección estándar tendrán una extensión del pavimento en 1,00 m y superficie granular/albañilería en el resto.
8. Construcción de nuevas obras de drenaje o ampliación de existentes, en correlación con la importancia de la carretera, incluyendo todas las obras complementarias necesarias.
9. Provisión de adecuadas condiciones de seguridad vial para la ruta, incluyendo la colocación de señales horizontales y verticales acorde a las normas internacionales, así como la colocación de barreras laterales de seguridad en zonas peligrosas.
   1. **Resumen del Proyecto.** En el Cuadro II-1 se presentan las condiciones físicas de la vía para los escenarios “Sin Proyecto” y “Con Proyecto”, incluyendo dimensiones básicas de la plataforma y la composición de la estructura de pavimento.

**Cuadro II-1**

**PROYECTO: RUTA N°1 Tramo ENNERY - PLAISANCE**

**Características Técnicas de las Vías y las Obras del Proyecto**



1. Tránsito actual y proyecciones.
   1. **Tránsito Normal actual.** Según la información relevada por SNC-Lavalin/LGL, la vía RN-1 entre Ennery-Plaisance, dispone de un TPDA ponderado para la vía de 1.534 veh/día (2013) con un 10% de vehículos pesados (autobuses y camiones).
   2. Para la modelación con el HDM-4 es necesario discriminar el tránsito en los distintos tipos de vehículos debido a su efecto en los costos de operación y tiempo; así, se tienen los siguientes TPDA (2013) para los dos tramos de la ruta:
2. Tramo I (Ennery-Mermelade): 116 bicicletas, 1.005 motocicletas, 213 automóviles, 146 camionetas, 36 autobuses, 79 camiones C2, 46 camiones C3, más 7 camiones articulados; total 1.648 veh/día.
3. Tramo II (Mermelade-Plaisance): 86 bicicletas, 845 motocicletas, 219 automóviles, 142 camionetas, 36 autobuses, 78 camiones C2, 45 camiones C3, más 6 camiones articulados; total 1.457 veh/día.
   1. El Cuadro II-2 siguiente, presenta el detalle del TPDA actual (2013), respectivamente para los Subtramos I y II.
   2. **Tránsito Normal previsto.** El Informe de SNC-Lavalin/LGL[[5]](#footnote-5), contiene un análisis de las actividades económicas en el área de influencia de la vía, concluyendo que el TPDA crecerá significativamente desde 2015 con independencia de la ejecución de las obras, por causa de los nuevos emprendimientos industriales y turísticos previstos; en ese sentido, el tránsito normal previsto para 2015 es:
4. Tramo I (Ennery-Mermelade): 228 bicicletas, 1.977 motocicletas, 419 automóviles, 287 camionetas, 71 autobuses, 155 camiones C2, 90 camiones C3, y 14 camiones articulados; total 3.242 veh/día.
5. Tramo II (Mermelade-Plaisance): 169 bicicletas, 1.662 motocicletas, 431 autos, 279 camionetas, 71 autobuses, 153 camiones C2, 89 camiones C3, más 12 camiones articulados; total 2.866 veh/día.
   1. **Tránsito Normal proyectado.** La firma SNC-Lavalin/LGL prevé que el TPDA normal (es decir, el tránsito de la ruta independientemente del proyecto de mejora de la vía) en esta carretera evolucionará con una tasa de crecimiento promedio del 4% anual entre 2015-2020, 3% anual en 2020-2030 y 2% en 2030-2036; esta estimación se considera razonable, en tanto existen estimaciones previas en cuanto a que la tasa promedio de crecimiento global del tránsito en Haití es del 4%. Adicionalmente, la firma consultora prevé incrementos puntuales del TPDA de 42% en 2020 y 27% en 2025, asociados a tránsito agregado por efecto de nuevos emprendimientos económicos.
   2. **Tránsito Desviado.** Asimismo, SNC-Lavalin/LGL prevé un incremento del TPDA en la situación “Con Proyecto”, por adición de Tránsito Desviado[[6]](#footnote-6), el que se proyecta de aproximadamente 14% entre 2017-2020, 12% entre 2020-2025 y 8% desde 2025 en adelante. Teniendo presente que no se dispone de suficiente información para modelar la red local[[7]](#footnote-7), la contribución del Tránsito Desviado en la carretera se modela como “Tránsito Generado” en el entendido que ello implica una aproximación aceptable para este análisis de viabilidad económica.[[8]](#footnote-8)
   3. **Tránsito Generado.** El Proyecto incluye obras de ampliación del ancho de la calzada y construcción de hombros, así como la inclusión de medidas de seguridad especiales en laderas de montaña (barreras laterales); este tipo de obras produce un incremento de capacidad de la vía (lo que permite el aumento de la velocidad) y la seguridad vial.[[9]](#footnote-9) Los efectos de las referidas mejoras son advertidos por potenciales usuarios que se integran a la vía con el denominado “Tránsito Generado”; no obstante, en el presente proyecto, conservadoramente, no se considera la existencia de Tránsito Generado atendiendo a la escasa experiencia disponible en Haití respecto de la elasticidad de la demanda frente a estas condiciones de la infraestructura.
   4. **Resumen del TPDA total para 2015 y 2017.** En el Cuadro II-3 siguiente, se presenta la composición adoptada para el TPDA en 2015 (primer año del período de análisis, para las situaciones “Sin Proyecto” y “Con Proyecto”) y 2017 (primer año del período de 20 años de utilización previsto para las obras del Proyecto),[[10]](#footnote-10) indicando asimismo la Tasa de Crecimiento Anual del tránsito normal y la Tasa de Incremento por Tránsito Desviado aplicable en 2017.

**Cuadro II-2**

**PROYECTO: RUTA N°1 Tramo ENNERY - PLAISANCE**

**Composición del TPDA (veh/día) para 2012 (1)**



**Cuadro II-3**

**PROYECTO: RUTA N°1 Tramo ENNERY - PLAISANCE**

**Composición del TPDA (veh/día) “SIN Proyecto” y “CON Proyecto” (2015-2017) (1)**



1. **Metodología e Insumos para la Evaluación Económica.**
2. Metodología General.
   1. Para la evaluación económica del Proyecto, se adopta la hipótesis que las obras se ejecutan durante 2015-2016, considerando que ello sería posible teniendo presente los trámites de aprobación del préstamo, plazos de procesos licitatorios, etc.
   2. **Metodología tradicional.** El análisis de viabilidad económica del Proyecto se realiza según la metodología tradicional aplicable a los proyectos de inversión vial, basada en la comparación de los costos económicos totales, entre el escenario “Sin Proyecto” y el escenario “Con Proyecto”, durante el período de análisis de 22 años (lapso de ejecución de obras, más el lapso de utilización de las mismas). Obtenido el flujo neto de costos económicos para el período de análisis, se calcula el Valor Actual Neto Económico (VANE) adoptando una tasa de descuento del 12,0%, la Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE), los ratios Beneficio/Costo[[11]](#footnote-11) y VANE/Inversión[[12]](#footnote-12), en la medida que se trata de indicadores de rentabilidad habituales; asimismo, como es de estilo, se realiza un análisis de sensibilidad frente a la variación de los factores que tienen mayor incidencia en la rentabilidad.
   3. **Factores de Costo.** Tratándose de una evaluación económica, se utilizaron los costos económicos estimados para todos los factores de costo componentes del cálculo (¶3.6), correspondientes a 2012-2013. El cálculo de los costos económicos totales en cada año del período de análisis -en los escenarios “Sin Proyecto” y “Con Proyecto”-, así como el cálculo de los citados indicadores de rentabilidad, se realizó utilizando el citado modelo HDM-4; éste fue alimentado con: (i) los parámetros de diseño aplicables a la ruta actual y la ruta proyectada (altimetría, geometría del trazado y su perfil transversal, estructura de pavimento, etc.); (ii) las condiciones propias del entorno local (clima, efectos de centros poblados, etc.); (iii) las características de la flota de vehículos (tipo, pesos, etc.) y de los usuarios (cantidad de pasajeros por tipo de vehículo, etc.); (iv) los costos de obra (inversión y mantenimiento), los costos de los insumos de los vehículos, los costos de tiempo (valor del tiempo de trabajo y ocio), etc., aplicables al país.
   4. **Calibración.** Es importante destacar que el HDM-4 fue calibrado para que modele en forma correcta la situación actual, lo que es esencial para asegurar que la modelación del HDM-4 es capaz de representar razonablemente el comportamiento del tránsito y la vía en los escenarios “Sin Proyecto” y “Con Proyecto” en estudio, para todo el período de análisis; la calibración se efectuó con las velocidades medias de los flujos de tránsito actuales que fueron relevadas por SNC-Lavalin/LGL. Con ese objeto, se utilizaron parámetros de calibración para modelar la velocidad promedio actual en la ruta: (i) el IRI promedio para la ruta actual y otros parámetros de estado cuando se encontraban disponibles; (ii) el XFRI o “fricción lateral” (cruces a nivel, tipo de hombros y cercanía de obstáculos a la calzada); (iii) el “XNMT” o factor de incidencia del tránsito no motorizado sobre el tránsito motorizado (bicicletas sobre el resto de los vehículos) y el “XMT” o factor de incidencia del tránsito motorizado sobre el tránsito no motorizado (vehículos sobre las bicicletas). Con ello, se condiciona al HDM-4 para que modele la velocidad media de los vehículos en la situación actual (“Sin Proyecto”), con razonable aproximación a la velocidad real promedio medida; para evitar distorsiones que afecten la modelación de la velocidad promedio para los escenarios futuros bajo estudio, se realiza también un control iterativo de esta calibración.
   5. Para la calibración del HDM-4 se utilizó una velocidad promedio para los vehículos livianos de 36 km/h; esta velocidad surge de la información elaborada por la firma SNC-Lavalin/LGL, siendo razonablemente similares a mediciones puntuales realizadas por el Equipo de Proyecto. Esta baja velocidad responde las condiciones geométricas de la vía, el estado del pavimento y los riesgos que perciben los usuarios por la carencia de barreras u otros elementos de seguridad (especialmente en los sectores de ladera de montaña).
3. Insumos para la Evaluación.
   1. **Precios económicos.** No se cuenta con estudios detallados de precios sociales para las obras, insumos, etc. correspondientes a Haití.[[13]](#footnote-13) No obstante, se han estimado costos económicos considerando: (i) estudios de consultoría preexistentes (costos de insumos, tiempo de pasajeros, etc.); (ii) costos a precios de mercado sin incluir impuestos (v.g. intervenciones de mejoramiento y mantenimiento vial) con alguna corrección adicional.
   2. **Costo de obras.** En el caso de los costos de obra, se ha realizado el ajuste adoptando para ello una reducción del 50% sobre el componente de costo de la mano de obra (estimado en el 8% del costo total de inversión sin impuestos) con lo que se contempla la tasa de desocupación que existe en Haití; es decir, se adopta un factor de ajuste de 0,96 sobre los costos sin impuestos.
   3. **Parámetros Técnicos y Costos de Usuarios.** Los parámetros técnicos de modelación del HDM-4, tales como aquellos aplicables a la flota para cada tipo de vehículo (vida útil, kilometraje anual, utilización privada o profesional, número de tripulantes, número de pasajeros, tipo de viajes de pasajeros trabajo u ocio, pesos brutos de operación, ejes equivalentes a 18 Kips, etc.), fueron proporcionados inicialmente por el MTPTC en ocasión de la realización de estudios anteriores (2012) habiendo sido ajustados por el Consultor en función de los datos obtenidos en los nuevos relevamientos (2013) y la experiencia local del Equipo de Proyecto actuante.
   4. Los costos económicos de los insumos de operación de los vehículos y los costos de tiempo fueron suministrados o validados por el MTPTC en ocasión de estudios previos realizador por el Consultor (2012).
   5. Los parámetros de modelación del HDM-4 y los costos económicos para los usuarios (características técnicas y costo de vehículos, costos insumos de operación, tiempo de los pasajeros, etc.), se presentan en el Apéndice I.
4. **Costos de Inversión y Mantenimiento. Modelación con HDM-4.**

1. Escenarios y Montos de Costos.
   1. El cálculo del flujo de costos del Estado (agencia), implica determinar, para cada año del período de análisis, los costos de inversión (durante el período de ejecución de obras previsto de 2 años), los costos de reinversión[[14]](#footnote-14) y los costos de mantenimiento vial (durante el período de 20 años de uso de la infraestructura).
   2. **Costos en el Escenario “Sin Proyecto”.** Tal como fue previamente señalado (¶2.4 a ¶2.6), en este escenario se consideran los siguientes costos asociados a la ejecución de obras o tareas de reinversión o mantenimiento, necesarias para mantener razonables condiciones de transitabilidad para la ruta:
2. Mantenimiento/reparaciones mediante bacheo y sellado de fisuras.
3. Rehabilitación con una sobrecapa de carpeta asfáltica de 5,0 cm en un determinado subtramo, cuando el IRI en el mismo alcance el valor de 12,0 mm/m.[[15]](#footnote-15)
4. Recupero parcial de capital (o valor residual de la inversión) al final del período de análisis, en función del lapso de vida útil remanente para cada tipología de obra involucrada.[[16]](#footnote-16)
5. Mantenimiento de rutina que corresponda, en correlación con el tipo de calzada y número de carriles.[[17]](#footnote-17)
   1. **Costos en el Escenario “Con Proyecto”.** Tal como fue previamente señalado (¶2.7 a ¶2.8), en este escenario se consideran los siguientes costos asociados a la ejecución de obras, tareas de reinversión y mantenimiento durante la vida útil del Proyecto, con la finalidad de conservar un nivel de calidad y capacidad razonablemente buenos:
6. Inversión en las nuevas obras, ejecutables en 24 meses, incluyendo la ejecución de pavimento de calidad controlada (superficie de rodadura con IRI de 2,0 mm/m).
7. Mantenimiento/reparaciones mediante bacheo y sellado de fisuras.
8. Recupero parcial de capital (valor residual de la inversión) al final del período de evaluación, en función del lapso de vida útil remanente para cada tipo de obra involucrada; el valor residual comprensivo es del 35% de la inversión inicial.[[18]](#footnote-18)
9. El mantenimiento de rutina que corresponda, en correlación con el tipo de calzada y número de carriles.[[19]](#footnote-19)
   1. **Costos de inversión.** El presupuesto de las inversiones viales del Proyecto, estimado por el Equipo de Proyecto a partir del trabajo preliminar de la firma consultora y con base al costo por km de Gonnaives-Ennery, alcanza a un total de US$ 32,0 millones; en el Cuadro IV-1 siguiente se resume el citado presupuesto.

**Cuadro IV-1**

**Costos de Inversión y Supervisión**

**(Precios de Mercado; Millones US$)**



* 1. **Costos de reinversión y mantenimiento.** Los costos económicos de las intervenciones en obras de reinversión, mantenimiento/reparaciones y mantenimiento rutinario, se presentan en el Apéndice II.

1. Modelación de Costos de Inversión y Mantenimiento por el HDM.
   1. **Flujo de costos de inversión y mantenimiento.** El flujo de costos incrementales por intervenciones de inversión y mantenimiento, se presenta en el Cuadro IV-2 siguiente.

**Cuadro IV-2**

**Flujo de Costos Incrementales en Inversión y Mantenimiento**

**(Millones US$)**



1. **Costos de Usuarios. Modelación con HDM-4.**
2. Beneficios.
   1. **Cuantificación de beneficios económicos del tránsito normal.** La cuantificación de los beneficios económicos de operación y tiempo (según la metodología tradicional para la cuantificación de los “excedentes del consumidor”); se realizó considerando: (i) los ahorros en los costos de operación vehicular para los diferentes usuarios de la carretera, en función de cambios en las características y estado de la infraestructura; (ii) los ahorros en los tiempos de viaje para los usuarios (tiempo de los pasajeros), acorde a las velocidades admitidas por la carretera y el tránsito, en función de los cambios en la condición física de la vía.[[20]](#footnote-20) Los factores de costo involucrados fueron analizados en un apartado anterior (¶3.8 a ¶3.10).
   2. Los cálculos de costos de operación y costos de tiempo para los usuarios son realizados por el modelo HDM-4 en los escenarios “Sin Proyecto” y “Con Proyecto”, mediante funciones que incluyen: (i) para los costos de operación, la velocidad y las condiciones físicas del pavimento (modelando su deterioro), según cada tipo de vehículos definido y sus costos específicos; (ii) para los costos de tiempo, la velocidad para cada tipo de vehículo y el número de pasajeros en cada uno, partiendo de los costos de tiempo de trabajo y ocio (fundamentalmente para los pasajeros).
   3. **Cuantificación de beneficios económicos por tránsito generado.** El modelo HDM-4 calcula los beneficios anuales según la aproximación normalmente aceptada (la mitad de los ahorros en los costos generalizados de viaje aplicados al volumen de tránsito generado); el diferencial de costos de operación es calculado por el modelo en tanto el volumen de tránsito generado es impuesto al modelo.
   4. **Beneficios no cuantificados.** Existen beneficios del proyecto de mejora de la ruta que no fueron cuantificados. El más importante consiste en las consecuencias previsibles de una sensible mejora de las condiciones de seguridad vial, para los usuarios de la ruta y los pobladores de localidades aledañas a la carretera (por la construcción de hombros acorde a la vía, la inclusión de adecuada señalización, barreras, etc.), lo que hace prever una disminución de los riesgos de accidentes de tránsito.[[21]](#footnote-21)
   5. La cuantificación de los beneficios por mejoras de la seguridad vial no fue realizada, atendiendo a la dificultad de aplicar una metodología apropiada en virtud de la carencia de información respecto de los accidentes y sus costos en el país. No obstante, se estima que estos beneficios son especialmente relevantes, teniendo en cuenta las malas condiciones de seguridad vial actuales y la cultura de conducción que prevalece en los usuarios de la ruta, la costumbre del comercio ambulante junto a la vía, etc.
   6. Asimismo, no se cuantificaron los beneficios por ahorros de tiempo de las mercancías transportadas por los vehículos de carga. Ello, por cuanto no se dispone de información respecto del tipo y valor de las mercancías transportadas.
3. Modelación de Beneficios de Operación y Tiempo por el HDM.
   1. Los flujos de beneficios económicos por ahorros de costos de operación y tiempo, más beneficios sociales por tránsito generado y reducción de accidentes, se presentan en el Cuadros V-1 siguiente; los flujos de beneficios discriminados por tipo de vehículo usuario de la vía, se presentan en el Apéndice III.

**Cuadro V-1**

**Flujo de Beneficios de los Usuarios en Operación y Tiempo**

**(Millones US$)**



1. Variación de Costos de Operación y Tiempo.
   1. En el primer año de utilización de las obras correspondientes del Proyecto (2017), se espera la aparición de ahorros en los costos de operación y tiempos de viaje, respecto del año de inicio de las obras (2015).
   2. La variación de costos económicos de operación y tiempo de viaje entre 2015-2017 para los diferentes tipos de vehículos considerados, se presenta en los Cuadros IV-3.1 y IV-3.2 siguientes.

**Cuadro IV-3.1**

**PROYECTO: RUTA N°1 Tramo ENNERY - PLAISANCE**

**Costos Promedio de Operación (US$/veh.km)**



**Cuadro IV-3.2**

**PROYECTO: RUTA N°1 Tramo ENNERY - PLAISANCE**

**Tiempos Promedio de Viaje (Minutos)**



1. **Rentabilidad económica.**
   1. **Resultados de la evaluación.** El resumen de los resultados de la evaluación, con el flujo discriminado de egresos e ingresos económicos, el flujo neto, el Valor Actual Neto Económico (VANE) y la Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE), se presenta en el Cuadro VI-1 siguiente.
   2. Los resultados del HDM-4 determinan que, en la situación base, los indicadores de rentabilidad muestran un Valor Actual Neto Económico (VANE) de US$ 6,2 millones (para la tasa de descuento de 12,0%) y una Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE) de 14,5%, en tanto la relación Beneficio/Costo es de 1,23 y el ratio VANE/Inversión es de 0,20. El valor de la TIRE es superior a la tasa de corte del 12,0% y es satisfactorio; el VANE, la relación Beneficio/Costo y el ratio VANE/Inversión son satisfactorios. Por lo expuesto, se considera que el Proyecto es económicamente rentable.

.

**Cuadro VI-1**

**PROYECTO: RUTA N°1 Tramo ENNERY - PLAISANCE**

**Flujo de Costos (Millones U$S) e Indicadores de Rentabilidad. Situación Base.**



1. **Análisis de sensibilidad.**
   1. Se efectuó un análisis de sensibilidad tradicional, en el que se consideró la eventualidad de variaciones de factores clave que afecten la rentabilidad. En tal sentido, el análisis de sensibilidad se efectuó para condiciones de riesgo razonable para las variables más críticas: (i) un incremento del 10% en el costo de ejecución de obras (inversiones y tareas de mantenimiento); (ii) una reducción del 10% en el TPDA (indirectamente, los beneficios asociados al tránsito o ahorros de los usuarios); (iii) un incremento del 10% en el costo de ejecución de obras y una reducción concurrente del 10% en el TPDA.
   2. **Resultados del análisis de sensibilidad.** Los resultados del análisis de sensibilidad se presentan en los Cuadros VII-1 a VII-3 siguientes. Estos resultados indican que: (i) un aumento de costos de obra del 10%, determina un VANE (12%) de US$ 3,5 millones y una TIRE de 13,3%; (ii) una disminución del TPDA del 10%, implica un VANE (12%) de US$ 2,7 millones y una TIRE de 13,1%; (iii) un aumento de costos de obra del 10% más una disminución del TPDA del 10%, conlleva un VANE (12%) prácticamente nulo y una TIRE de 12,0%. Se desprende de ello que el Proyecto soporta aceptablemente todas las hipótesis previstas.

**Cuadro VII-1**

**PROYECTO: RUTA N°1 Tramo ENNERY - PLAISANCE**

**Flujo de Costos (Millones U$S) e Indicadores de Rentabilidad. Incremento 10% en Costos de Obras.**



**Cuadro VII-2**

**PROYECTO: RUTA N°1 Tramo ENNERY - PLAISANCE**

**Flujo de Costos (Millones U$S) e Indicadores de Rentabilidad. Disminución 10% en TPDA.**



**Cuadro VII-3**

**PROYECTO: RUTA N°1 Tramo ENNERY - PLAISANCE**

**Flujo de Costos (Millones U$S) e Indicadores de Rentabilidad. Incremento 10% en Costos de Obras y Disminución 10% en TPDA.**



1. **Resumen del Análisis de Viabilidad Económica.**
   1. El comportamiento de los indicadores, tanto en la situación base como en las hipótesis del análisis de sensibilidad, es bueno; en todo caso, se debe tener presente que se ha realizado la evaluación del Proyecto comparando el mismo con una alternativa medianamente exigente (¶2.4 a ¶2.6), por lo que el análisis se considera apropiado para este tipo de carretera.
   2. En el siguiente Cuadro VIII-1, se resumen los referidos cálculos de la TIRE, el VANE (tasa de 12%), la relación Beneficio/Costo y el ratio VANE/Inversión, correspondientes a los casos estudiados.

**Cuadro VIII-1**

**PROYECTO: RUTA N°1 Tramo ENNERY - PLAISANCE**

**Resumen del Análisis de Viabilidad Económica**

**(TIRE en %, VANE en Millones US$)**



* 1. Se observa que la rentabilidad del Proyecto es menos sensible al incremento del costo de inversión que a la disminución del TPDA, considerando iguales cifras de variación relativa. En ese sentido, podría inferirse que el Proyecto se mantiene rentable también con un incremento del 20% en los costos de obra; ello fue efectivamente verificado en un análisis de sensibilidad que se realizó por separado.

1. **Conclusiones.**
   1. A partir de los resultados de los análisis de viabilidad económica, se concluye que el Proyecto es económicamente rentable.
   2. El Proyecto se conserva rentable en las condiciones del análisis de sensibilidad, para un incremento del costo de las obras de 10%, un decremento del TPDA de 10% y para la superposición de ambos efectos. Las mencionadas hipótesis del análisis de sensibilidad cubren las incertidumbres normales.

.

**Apéndice I**

**PROYECTO: RUTA N°1 Tramo ENNERY - PLAISANCE**

**Parámetros HDM-4 y Costos Económicos de Usuarios**



.

**Apéndice II**

**PROYECTO: RUTA N°1 Tramo ENNERY - PLAISANCE**

**Parámetros HDM-4 y Costos Económicos de Intervenciones Viales**



.

**Apéndice III**

**PROYECTO: RUTA N°1 Tramo ENNERY - PLAISANCE**

**Flujo de Beneficios de Usuarios por Tipo de Vehículo.**

**(Millones de US$)**



1. Highway Development and Management (HDM-4). [↑](#footnote-ref-1)
2. Por ejemplo, fotografías de la vía, Google Earth y Google Map. [↑](#footnote-ref-2)
3. La metodología de evaluación económica requiere la definición de subtramos homogéneos, en cuanto al tipo de infraestructura existente, el volumen de tránsito, etc. [↑](#footnote-ref-3)
4. Esta estimación es conservadora, por cuanto si las obras se ejecutaran en un plazo menor, se adelantaría la generación de los beneficios por ahorros de los costos de viaje, lo cual impactaría positivamente en los indicadores de rentabilidad. [↑](#footnote-ref-4)
5. Études Routières, Route Nationale N°1 Tronçon Ennery-Plaisance. Avant-projet Préliminaire. SNC-Lavalin/LGL; Mai 2013. [↑](#footnote-ref-5)
6. Información enviada por la firma consultora en Julio 2013. [↑](#footnote-ref-6)
7. La modelación del Tránsito Desviado requiere modelar la circulación vehicular en las vías actualmente utilizadas por dicho tránsito, en conjunto con la modelación de la circulación vehicular en la carretera en estudio. [↑](#footnote-ref-7)
8. Por una parte, este criterio aporta un ahorro equivalente a la mitad del ahorro del costo de viaje entre la situación “Sin Proyecto” y “Con Proyecto” sobre la ruta estudiada; es decir, este criterio implica asumir que el costo de usuario actual para el Tránsito Desviado es intermedio entre el que corresponde a circular por la vía en estudio (no elegida por estos usuarios) y el que correspondería a la vía mejorada (que será elegida por estos usuarios). Por otra parte, con este criterio no se considera el costo actual para el Estado y para otros usuarios de la vía alterna actualmente utilizada por este tránsito, lo que resulta conservador. [↑](#footnote-ref-8)
9. Este efecto es obtenido, en especial, en los casos de incremento de capacidad y/o confiabilidad, pero no es sensible en el caso de obras exclusivas de restitución o rehabilitación de pavimentos, pues en este caso se trata de recuperar la vía a una condición anterior que oportunamente produjo su impacto. [↑](#footnote-ref-9)
10. El período de análisis es de 22 años (2 años de obra y 20 años de utilización de la vía). [↑](#footnote-ref-10)
11. Se adopta la definición más reconocida para la relación Beneficio/Costo, consistente en el cociente del Valor Actual de Beneficios (operación y tiempo) y el Valor Actual de Costos (inversión y conservación), es decir VA(Beneficios)/VA(Costos). [↑](#footnote-ref-11)
12. Si bien la relación Beneficio/Costo es de uso tradicional, el ratio VANE/Inversión es un indicador más útil para comparar y priorizar inversiones, puesto que incluye directamente el monto de la inversión (el objeto del financiamiento en los proyectos del Banco). [↑](#footnote-ref-12)
13. No se dispone del Factor Estándar de Conversión (FEC) o Razón de Precio de Cuenta (RPC). [↑](#footnote-ref-13)
14. Las obras de “reinversión” frecuentemente se denominan como obras de “mantenimiento extraordinario” (como forma de diferenciarlo del mantenimiento ordinario o rutinario). [↑](#footnote-ref-14)
15. Las tareas se asignan por el HDM-4 en el momento (año) en que se alcanzan las condiciones prefijadas para el estado de deterioro del pavimento (cantidad de baches y fisuras, IRI promedio, capacidad de la vía), por lo que estas condiciones actúan como “disparadores” (en función del algoritmo que modela el deterioro del pavimento con el uso y las condiciones de circulación en la vía). [↑](#footnote-ref-15)
16. Se consideró 100% recuperable la inversión en obras de terracería, parcialmente recuperable la inversión en obras de puentes u obras similares (para las que se asume una vida útil de 50 años), etc. [↑](#footnote-ref-16)
17. Limpieza de calzada, hombros y alcantarillas, reparaciones puntuales menores, cuidado y reposición de señales, etc. Se han considerado costos recurrentes acordes al número de carriles para la condición “Sin Proyecto” y “Con Proyecto”. [↑](#footnote-ref-17)
18. Idem Nota N° 16. [↑](#footnote-ref-18)
19. Idem Nora N° 17. [↑](#footnote-ref-19)
20. En proyectos viales, ocasionalmente se considera la variación de los costos de mantenimiento (ordinario y extraordinario) como un beneficio, pues suele ocurrir que resultan en ahorros. No obstante, ello no es correcto, por lo que estos costos se analizaron en el anterior apartado de este Informe. [↑](#footnote-ref-20)
21. Por ejemplo, teniendo presente la alta participación de bicicletas en el TMDA, especialmente en los horarios de mayor volumen de tránsito los ciclistas deberían utilizar los hombros para circular (hoy son prácticamente inexistentes); aunque los hombros no tienen esa finalidad, ello siempre será más seguro que la situación actual. [↑](#footnote-ref-21)