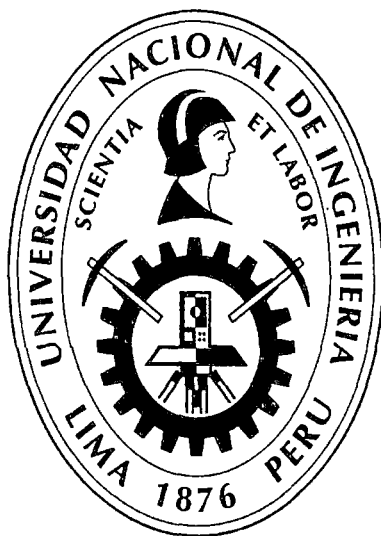


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**COMPARACION DE MODELOS DE GESTIÓN PARA LA
EVALUACIÓN DE INVERSIONES EN PROYECTOS VIALES**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JOSE LUIS CANALES SUAREZ

Lima- Perú

2014

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

ÍNDICE

RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS	4
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I. GENERALIDADES	9
1.1. LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS	9
1.1.1. ¿Por qué evaluar un proyecto?	9
1.1.2. Evaluación de proyectos de vialidad interurbana	10
1.1.3. Metodología de evaluación	10
1.2. ESTADO DEL ARTE	14
1.3. JUSTIFICACIÓN	14
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.5. OBJETIVOS	15
1.5.1. Objetivo Principal	15
1.5.2. Objetivos específicos	15
1.6. HIPÓTESIS	15
1.7. ORGANIZACIÓN DE LA TESIS	15
CAPITULO II. FUNDAMENTO TÉCNICO	17
2.1. SISTEMA DE GESTION DE PAVIMENTOS	17
2.1.1. Gestión de Mantenimiento de Pavimentos	17
2.1.2. Parámetros del Sistema de Gestión de Pavimentos	18
2.1.3. Análisis del ciclo de vida	19
2.2. EL MODELO HDM 3	21
2.2.1. Limitaciones del HDM 3	24
2.3. EL MODELO HDM 4	24
2.3.1. Diferencias del HDM 3 versus HDM 4	27
CAPÍTULO III. APLICACIÓN DE LOS MODELOS HDM	29
3.1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO	29
3.1.1. Nombre del proyecto:	29
3.1.2. Ubicación	29
3.1.3. Objetivo del Proyecto	31
3.1.4. Definición del horizonte de evaluación del proyecto	31

3.1.5	Análisis de la demanda.....	31
3.1.6	Análisis de la Oferta.....	32
3.1.7	COSTOS DEL PROYECTO.....	34
3.1.8	Programación física del proyecto.....	36
3.1.9	Política y estrategia de mantenimiento.....	37
3.2.	EVALUACIÓN SOCIAL UTILIZANDO HDM 3.....	39
3.2.1	Beneficios Sociales.....	40
3.2.2	Costos Sociales.....	42
3.2.3	Costos económicos de los usuarios.....	43
3.2.4	Características viales actuales y con proyecto.....	46
3.2.5	Indicadores de rentabilidad social del proyecto.....	49
3.3.	EVALUACIÓN SOCIAL MEDIANTE HDM 4.....	51
3.3.1	Configuración.....	51
3.3.2	Flota vehicular.....	52
3.3.3	Red de Carreteras.....	53
3.3.4	Estándares de trabajo.....	53
3.3.5	Herramienta Proyecto.....	54
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....		57
4.1	SECUENCIA DEL ANALISIS.....	60
4.2	ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD).....	60
4.3	DETERIORO.....	62
4.4	VELOCIDADES PROMEDIO.....	64
4.5	COMPARACION DE FLUJO DE COSTOS.....	69
4.6	COSTOS DE LA AGENCIA.....	70
4.6.2	Costos de Capital.....	70
4.6.3	Costos recurrentes.....	71
4.7	COSTOS DE LOS USUARIOS.....	72
4.7.1	Costos de operación vehicular (COV).....	72
4.7.2	Costos de tiempo de viaje.....	76
4.8	COSTOS TOTALES DE TRANSPORTE.....	78
4.9	COMPROBACIÓN DE LA HIPOTESIS.....	82
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		83
BIBLIOGRAFIA.....		87
ANEXOS.....		89

RESUMEN

El Highway Design and Maintenance Standards Model (HDM 3) es una herramienta de gestión de proyectos de vialidad desarrollado por el Banco Mundial, se ha usado durante más de dos décadas en más de cien países, para determinar la viabilidad económica de los proyectos y/o de las acciones de conservación de los caminos.

En su versión vigente denominada Highway Development and Management Model (HDM 4), es un conjunto de herramientas que facilitan la toma de decisiones a partir del análisis y optimización de inversiones destinadas al mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción de carreteras, que puede ser utilizada para evaluar, en términos técnicos y económicos, proyectos, programas y políticas de conservación.

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar las diferencias en la estimación de costos (de operación vehicular y de tiempo de viaje) y su repercusión en evaluación para la toma de decisión de inversiones en proyectos de vialidad interurbana que surgen por la aplicación indistinta de estas herramientas.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1. Horizonte de evaluación por tipo de proyecto.....	12
Cuadro N° 2. Valor Social del Tiempo de los usuarios de transporte.....	12
Cuadro N° 3. Submodelos del HDM 3.....	22
Cuadro N° 4. Deterioros comunes por tipo de pavimento.....	23
Cuadro N° 5. Modelos del HDM 4.....	26
Cuadro N° 6. Deterioros comunes por tipo de pavimento modelado por HDM 4.....	27
Cuadro N° 7. Datos de tráfico empleado en el modelo HDM3.....	32
Cuadro N° 8. Resumen de condiciones de la vía por tramos.....	32
Cuadro N° 9. Conformación de tramos homogéneos según estudio de demanda.....	34
Cuadro N° 10. Presupuesto de inversión por alternativas a precios de mercado.....	35
Cuadro N° 11. Costos de mantenimiento de actividades por tipo de pavimento.....	36
Cuadro N° 12. Programación de obra de la Carretera Huaura-Sayán-Churín.....	37
Cuadro N° 13. Cronograma de inversiones.....	37
Cuadro N° 14. Estrategia de política de mantenimiento por tipo de alternativas.....	38
Cuadro N° 15. Beneficio por ahorro de costos de operación vehicular alternativas.....	41
Cuadro N° 16. Beneficio por ahorro de costos de tiempo de viaje.....	42
Cuadro N° 17. Factores de corrección de precios sociales.....	43
Cuadro N° 18. Presupuesto de Obra por alternativas, a precio social.....	43
Cuadro N° 19. Costos operativos y tiempos de viajes a Precios Financieros.....	44
Cuadro N° 20. Costos Económicos Unitarios.....	44
Cuadro N° 21. Características básicas de las clases vehiculares.....	45
Cuadro N° 22. Tramos comprendidos por el proyecto.....	46
Cuadro N° 23. Características Físicas de la red vial – Situación actual.....	47
Cuadro N° 24. Características Físicas de la red vial – Situación Con Proyecto.....	48
Cuadro N° 25. Evaluación económica por alternativas y tramos.....	49
Cuadro N° 26. Evaluación económica a nivel integral – Alternativa 1.....	50
Cuadro N° 27. Tramos que conforman el proyecto.....	53
Cuadro N° 28. Estándares de conservación y mejora por alternativa.....	56
Cuadro N° 29. IMD del tramo en análisis.....	57
Cuadro N° 30. Proyección del tráfico en el horizonte evaluación para el tramo 6.....	59
Cuadro N° 31. Flujo de costos de capital.....	71
Cuadro N° 32. Diferencias en Flujo de Costos de Operación Vehicular.....	75
Cuadro N° 33. Diferencias en los Costos de Tiempo de Viaje.....	77
Cuadro N° 34. Flujo de Beneficios Netos.....	79
Cuadro N° 35. Flujo de beneficios netos e Indicadores de rentabilidad del proyecto.....	81

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1. Estructura general de un sistema de gestión de pavimentos, Hass, 1993..	18
Figura N° 2. Concepto del análisis del ciclo de vida de un pavimento (Odoki et al, 2000)	20
Figura N° 3. Interacción de los submodelos del HDM 3	23
Figura N° 4. Estructura del modelo HDM 4 (Odoki et al, 2000)	25
Figura N° 5. Análisis del ciclo de vida usando HDM 4 (Kerali, 2000)	26
Figura N° 6. Localización del Proyecto en Estudio	30
Figura N° 7. Sectorización por tramos del proyecto.....	33
Figura N° 8. Secuencia de ingreso de datos al HDM 4.....	51
Figura N° 9. Secuencia de ingreso de datos a la herramienta Proyecto del HDM 4	54
Figura N° 10. Comparación de secciones transversales en situaciones Sin y Con Proyecto	58
Figura N° 11. Secuencia de análisis de variables	60
Figura N° 12. Proyección del IMD normal y generado con HDM3 y HDM 4.....	60
Figura N° 13. Proyección ajustada del IMD normal y generado con HDM3 y HDM 4.....	61
Figura N° 14. Evolución del IRI por Alternativas – HDM 4.....	62
Figura N° 15. Comparación de resultados de IRI determinados mediante HDM3 y HDM 4	63
Figura N° 16. Velocidad media por tipo de vehículo (km/h), situación base - HDM 4	64
Figura N° 17. Velocidad media por tipo de vehículo (km/h), situación base - HDM 3	65
Figura N° 18. Velocidad media por tipo de vehículo (km/h), situación Con Proyecto - HDM 4	66
Figura N° 19. Velocidad media por tipo de vehículo (km/h), situación Con Proyecto - HDM 3	67
Figura N° 20. Variación porcentual de velocidades - HDM 3.....	68
Figura N° 21. Variación porcentual de velocidades - HDM 4.....	68
Figura N° 22. Secuencia de análisis de flujos de costos	69
Figura N° 23. Comparación de flujo de costos de capital	70
Figura N° 24. Comparación de flujo de costos recurrentes	72
Figura N° 25. Comparación de flujo de COV	73
Figura N° 26. Comparación de flujo de COV – año 20	74
Figura N° 27. Comparación de beneficios por COV	74
Figura N° 28. Comparación de flujos de costos de tiempo de viaje	76
Figura N° 29. Comparación de flujos de beneficios por ahorro en costos de tiempo de viaje.....	77
Figura N° 30. Comparación de Costos Totales de Transporte	78
Figura N° 31. Comparación de Beneficios Económicos Netos.....	80
Figura N° 32. Comparación de VAN en millones de nuevos soles.....	81

LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

COV	:	Costos de Operación Vehicular
DGPI	:	Dirección General de Política de Inversiones
HDM 3	:	Highway Design and Maintenance Standards Model
HDM 4	:	Highway Development and Management Model
IMD	:	Índice Medio Diario
IRI	:	Índice internacional de rugosidad
MTC	:	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
MEF	:	Ministerio de Economía y Finanzas
OPI	:	Oficina de Programación e Inversiones
SNIP	:	Sistema Nacional de Inversión Pública
VAN	:	Valor Actual Neto
TIR	:	Tasa interna de retorno

INTRODUCCIÓN

En el marco de las políticas públicas respecto a los proyectos de inversión, cobra un papel muy importante en la evaluación de proyectos con el fin de demostrar su viabilidad técnica, económica, social, institucional y ambiental, de manera que se pueda justificar la ejecución y el uso eficiente de los recursos públicos. En tal sentido, los estudios de preinversión¹ juegan un rol preponderante y constituyen elementos para la correcta toma de decisiones en torno a la ejecución de proyectos.

Merece una mención especial los proyectos de vialidad interurbana dado su gran potencial generador de beneficios e impactos en la sociedad, relevancia que va de la mano con las magnitudes de montos de inversión y el rol importante de la correcta toma de decisiones en cuanto a su ejecución.

El desarrollo de los estudios de preinversión comprende las etapas de identificación, formulación y evaluación, siendo esta última la que recoge de las precedentes los insumos necesarios para efectuar el proceso de evaluación, el cual concluirá en indicar la conveniencia de ejecución del proyecto en los términos ya descritos.

Siendo la última etapa de evaluación la medular, es necesario que su procesamiento sea el más riguroso a fin de que se estimen correctamente los beneficios asociados a la intervención a realizar, en tal sentido, el uso de herramientas de gestión de carreteras para facilitar el proceso de evaluación se hace cada vez más importante, así como las experiencias o lecciones aprendidas que nos deja su aplicación en los estudios de preinversión.

La base del desarrollo de estas herramientas o modelos de gestión, en su ámbito de aplicación para la evaluación de proyectos, se sustenta en la metodología beneficio-costos, que consiste en demostrar que los beneficios sociales son mayores a los costos sociales en un determinado periodo de evaluación o análisis. Un modelo utilizado en nuestro país es el Highway Development Management (HDM), desarrollado por el Banco Mundial y cuyo principio de evaluación se basa en la metodología beneficio-costos.

¹ Según la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública (Aprobada por Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01), los niveles de estudios de preinversión son perfil y factibilidad.

En la actualidad la entidad normativa del sector transportes, Oficina de Programación e Inversiones (OPI) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), exige como requisito el uso del HDM en los estudios de preinversión en su nivel de perfil o factibilidad, según sea el caso. La versión que es más usada es el HDM 3, sin que ello signifique que no se pueda usar la versión más reciente HDM 4.

Ambas versiones difieren en cuanto a su ámbito de aplicación, procesamiento de información y reporte de resultados, sin embargo su principio en torno a la evaluación de proyectos es similar, es decir, determinar a partir de la información ingresada, beneficios y costos para la sociedad, mostrando indicadores que reflejaren las bondades del proyecto.

En el presente trabajo se busca encontrar las diferencias en cuanto a indicadores de resultados que proviene de utilizar una u otra versión del HDM, así como analizar la conveniencia de usar estas versiones.

CAPÍTULO I. GENERALIDADES

1.1. LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS

El proceso de evaluación consiste en emitir juicio sobre la bondad o conveniencia de un proyecto, comparando sus costos y beneficios económicos. Este proceso implica identificar, medir y valorar los costos y beneficios pertinentes de distintas y múltiples alternativas a efectos de establecer cuál de ellas es la más conveniente ejecutar.

Previamente, deberá definirse la llamada "situación base o sin proyecto", cuyo análisis pasa por plantear la situación en el caso no se ejecute el proyecto. No obstante, ese escenario no significa "que no se haga nada", muy por el contrario, se deberán plantear las acciones necesarias para que se siga brindando el servicio, que en el caso de proyectos de transporte, implica un mantenimiento que permita dar condiciones de transitabilidad básicas, por ejemplo mantenimientos de rutina, de emergencia o periódicos. En ese sentido, esta situación constituye la llamada optimización de la situación base o situación base optimizada, sobre la cual se compararan todas las alternativas de solución del proyecto en cuestión.

Por otro lado, el no hacer nada implicaría que la vía en servicio pueda comprometer su transitabilidad y a su vez no reflejar la situación real, haciendo que se sobredimensionen los beneficios del proyecto a plantear.

1.1.1. ¿Por qué evaluar un proyecto?

Las razones son las siguientes:

- Porque los recursos son escasos y las necesidades crecientes.
- Para identificar los proyectos que mejor contribuyen al desarrollo del país
- Porque el desarrollo de un país depende de la inversión y de la calidad de la inversión.
- Porque puede haber distintas alternativas para solucionar una problemática.

1.1.2. Evaluación de proyectos de vialidad interurbana

En proyectos de vialidad interurbana los beneficios se originan por ahorro de recursos, que a su vez resultan de disminución de los costos totales de la sociedad. Si hacer el proyecto representa un costo menor en términos actuales de no hacerlo, la regla de decisión es ejecutar el proyecto, o dicho de otro modo, si los beneficios superan en términos presentes a los costos, el proyecto es bueno.

Los costos de la sociedad son el agregado de los costos en los cuales incurren el estado como agencia que vela por la gestión de las carreteras y los usuarios de las vías en cuestión, en el primer caso constituyen costos de la agencia los derivados de ejecutar los proyectos, es decir la inversión propiamente dicha, así como los costos de mantenimiento de la carretera; en el segundo caso los usuarios incurren en costos de operación vehicular y costos de tiempo de viaje. En la medida de que el ahorro de costos de operación vehicular sea mayor y tiempo de viaje sea menor, el proyecto generará mayores beneficios y por ende podrá compensar el grado de inversión dado, caso contrario se analizará la alternativa que resulte más conveniente en términos de inclinar la balanza hacia los beneficios versus los costos.

1.1.3. Metodología de evaluación

Metodología Beneficio – Costo

Consiste en valorar los costos y beneficios de un proyecto considerando el horizonte de evaluación para determinar la conveniencia o no de ejecución.

La conveniencia está marcada por la condición de que los beneficios superen a los costos en términos de valor presente.

En tal sentido, los indicadores económicos más comunes que demuestran esta condición son los siguientes:

- El Valor Actual Neto o Valor Presente Neto:
- La relación Beneficio – Costo (B/C)

- La tasa interna de retorno.

Valor Actual Neto y Parámetros de Evaluación

El valor actual neto mide a unidades monetarias de hoy cuan más rico es el país por el hecho de invertir en el proyecto en vez de hacerlo en la alternativa que le rinde lo correspondiente a la tasa de descuento, que representa el costo en que incurre la sociedad cuando el sector público extrae recursos de la economía para financiar sus proyectos.

Para tal efecto, cabe hacer previamente la definición de tasa de descuento. La tasa de descuento es la tasa a la cual se actualizan los flujos futuros de beneficios y costos para llevarlos a valor presente². Esta tasa cuando se emplea para evaluación social de proyectos se define como tasa social de descuento.

Al respecto, el ente normativo del SNIP define el valor de la tasa social de descuento que se utiliza para evaluar los proyectos a nivel nacional. A la fecha se tiene una tasa social de descuento de 9% según lo publicado en el Anexo SNIP 10. Parámetros de Evaluación³.

Cabe precisar que para el proyecto en análisis, la tasa social de descuento utilizada fue de 10% puesto que en su debido momento cuando fue evaluado, ese era el valor de la tasa social de descuento vigente. Para fines comparativos, la evaluación a realizar con el HDM 3 y HDM 4 se efectuará con la tasa de 10%.

Otro aspecto a tomar en cuenta para la evaluación de proyectos es el horizonte de evaluación, que es el periodo sobre el cual se realiza el análisis de los flujos que genera el proyecto. Para proyectos de vialidad interurbana como es el caso que compete al presente trabajo, el horizonte se puede definir por el tipo de superficie de rodadura del camino en evaluación, así:

² Bajo la premisa del valor del dinero en el tiempo que sugiere la evaluación de proyectos

³ Aprobados mediante Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01 de la Dirección General de Política de Inversiones del Ministerio de Economía y Finanzas

Cuadro N° 1. Horizonte de evaluación por tipo de proyecto

Tipo de PIP	Periodo de beneficios a considerar / horizonte de evaluación
Carreteras con Tratamiento Superficial Bicapa – TSB	15 años
Carreteras asfaltadas	20 años

Fuente: Anexo SNIP 10. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN, Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública aprobada con Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01

En la misma línea, otro parámetro a tomar en cuenta para la evaluación social de proyectos de transportes, es el valor social del tiempo, que es la medida en la cual la sociedad valora el tiempo de viaje. Para estimar los beneficios por ahorros de tiempo de usuarios (pasajeros) en la evaluación social de proyectos de transporte, deberá de considerarse los siguientes valores de tiempo, según modo de transporte. Dichos valores consideran la composición por motivos de viaje por cada modo de transporte.

Cuadro N° 2. Valor Social del Tiempo de los usuarios de transporte

Modo de Transporte	Valor del Tiempo (soles/hora pasajero)
Aéreo Nacional	4.25
Interurbano auto	3.21
Interurbano transporte público	1.67
Urbano auto	2.80
Urbano transporte público	1.08

Fuente: Anexo SNIP 10. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.

Los valores indicados en el cuadro anterior han sido tomados para la evaluación del proyecto e igualmente para efectos de la comparación del caso, también se utilizarán para efectuar la evaluación con HDM 4.

No obstante, se precisa que estos valores han sufrido una variación recientemente aprobada por la DGPI mediante Resolución Directoral N° 002-2013-EF/63.01 que modifica los parámetros de evaluación de los proyectos en lo que se refiere al valor social del tiempo.

Finalmente, el criterio de decisión del VAN explica que cuando su valor es mayor o igual a cero, el proyecto es rentable por lo tanto se toma la decisión de ejecutarse.

Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno (TIR): Es el rendimiento Per Se de los flujos que genera el Proyecto. También se define como la tasa de descuento a la cual el Valor Actual Neto se hace cero. El proyecto será rentable si la TIR es mayor a la tasa social de descuento.

Relación Beneficio – Costo (B/C)

La relación Beneficio – Costo (B/C): Es el cociente resultante de dividir el valor actual de los beneficios entre el valor actual de los costos. El proyecto será rentable si la relación Beneficio-Costo (B/C) es mayor o igual que 1.

1.2. ESTADO DEL ARTE

Han habido una serie de cambios y modificaciones en los modelos de Efectos del Camino sobre los Usuarios (Roads User Effects) RUE, en el HDM 4 respecto al HDM 3 a fin reflejar los cambios en la tecnología de los vehículos. Estos cambios se reflejan en el consumo de combustible, depreciación, velocidad, consumo de autopartes, entre otros [Bennet Christopher, 2013].

Los modelos de RUE, son utilizados para calcular los efectos del estado físico y las condiciones de operación de las carreteras sobre los usuarios de las mismas, en términos de indicadores como los costos de operación vehicular (COV), los costos por tiempo de viaje y los costos de accidentabilidad. De esta manera entonces, se emplean para obtener los beneficios derivados de las inversiones en proyectos carreteros. En el caso de los costos operación, la estimación que realiza HDM 4 es menor que la de HDM 3 para un mismo nivel de IRI. Esto tiene como efecto una menor rentabilidad de los proyectos viales [Pradena Miquel Mauricio, Posada Henao John, 2007].

Existen experiencias de comparación de la aplicación de los modelos HDM 3 y HDM 4 como el estudio del caso efectuado en Suazilandia, donde el efecto más importante es la reducción de costos de operación de los vehículos como resultado del hecho de que los modelos se han ajustado para el aumento de la eficiencia de los vehículos motorizados en los últimos 30 años [Pienaar P A, Visser A T, Dlamini L, 2001]

Producto de estas comparaciones se estableció que la reducción de costos de operación es del orden del 15% al igual que los costos de tiempo de viaje, los cuales inciden en una reducción de la rentabilidad del proyecto en 25%.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El tema seleccionado se sustenta en que el grado de aproximación para la determinación de los beneficios de un proyecto, será mejor en la medida de que usen adecuadamente los modelos de gestión y se verifiquen sus aproximaciones luego de ejecutados los proyectos si fuera el caso. En la medida de que la modelación o aproximación de la evaluación se acerque más a la realidad, mejores serán las decisiones tomadas en torno a la ejecución de los proyectos.

1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente trabajo busca resolver el problema de la “aplicación de modelos de gestión de manera indistinta”.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo Principal

El objetivo principal es determinar las ventajas y desventajas que ofrece el uso de los modelos de gestión para la evaluación de proyectos de vialidad interurbana.

1.5.2 Objetivos específicos

- Evaluación de un proyecto aplicando el uso del modelo HDM3.
- Evaluación de un proyecto aplicando el uso del modelo HDM4.
- Análisis comparativo entre la evaluación de proyectos utilizando los modelos HDM3 y HDM4.

1.6. HIPÓTESIS

Existen diferencias entre los resultados de la aplicación de las herramientas informáticas más usadas para la evaluación de proyectos de infraestructura vial, como son el HDM3 y HDM4, debido a la marcada diferencia en la estimación de beneficios y su consiguiente rentabilidad económica.

1.7. ORGANIZACIÓN DE LA TESIS

En el Capítulo I, se desarrollan las consideraciones generales respecto a la evaluación económica de proyectos y los factores determinantes para su procesamiento.

En el Capítulo II, se desarrolla el fundamento teórico que sirve de respaldo a los submodelos que internamente maneja el HDM tales como: submodelo de costos de operación vehicular, submodelo de deterioro, submodelo de optimización, etc.

Como parte del Capítulo III, se efectúan las modelaciones de un mismo proyecto con cada una de las versiones del HDM, teniendo presente la homogenización de ingreso de datos. Se presentan al concluir este capítulo los indicadores más importantes derivados de la utilización de cada una de las versiones.

En el Capítulo IV se efectúa el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en el Capítulo III, por cada uno de los indicadores.

Para finalizar, en el Capítulo V, se efectúan las conclusiones y recomendaciones resultantes del análisis previo.

CAPITULO II. FUNDAMENTO TÉCNICO

2.1. SISTEMA DE GESTION DE PAVIMENTOS

La concepción del HDM nace como consecuencia de la creación de un Sistema de Gestión de Pavimentos (SGP).

Un SGP es un conjunto de herramientas o métodos para asistir a los responsables de tomar decisiones a encontrar estrategias económicamente efectivas a efectos de poder proveer, evaluar y mantener pavimentos en condiciones de servicio. (Federal Highway Administration).

De un buen sistema de gestión se espera:

- Uso sencillo en el ingreso de datos y actualización de información sin complicaciones.
- Capacidad de analizar diversas estrategias alternativas y de identificar la alternativa óptima.
- Uso de procedimientos racionales para fundamentar decisiones, empleando criterios cuantificables.
- Evaluación de eficacia de actividades realizadas mediante retroalimentación del sistema.

2.1.1. Gestión de Mantenimiento de Pavimentos

Los pavimentos son diseñados para un tiempo de vida determinado, para que el pavimento entregue el servicio esperado deben realizarse actividades de conservación adecuadas, esta situación incentiva a la creación de los sistemas de gestión de pavimentos (SGP) definiéndose éstos como "el conjunto de operaciones que tienen como objetivo conservar por un periodo de tiempo las condiciones de seguridad, comodidad y capacidad estructural adecuadas para la circulación, soportando las condiciones climáticas y de entorno de la zona en

que se ubica la vía en cuestión. Todo lo anterior minimizando los costos monetarios, sociales y ecológicos” [de Solminihac, 2001].

En la figura 1 se presenta la estructura general de un sistema de gestión de pavimentos, en la cual se puede identificar la planificación, el diseño, la construcción, el mantenimiento, la evaluación, la base de datos y la investigación.

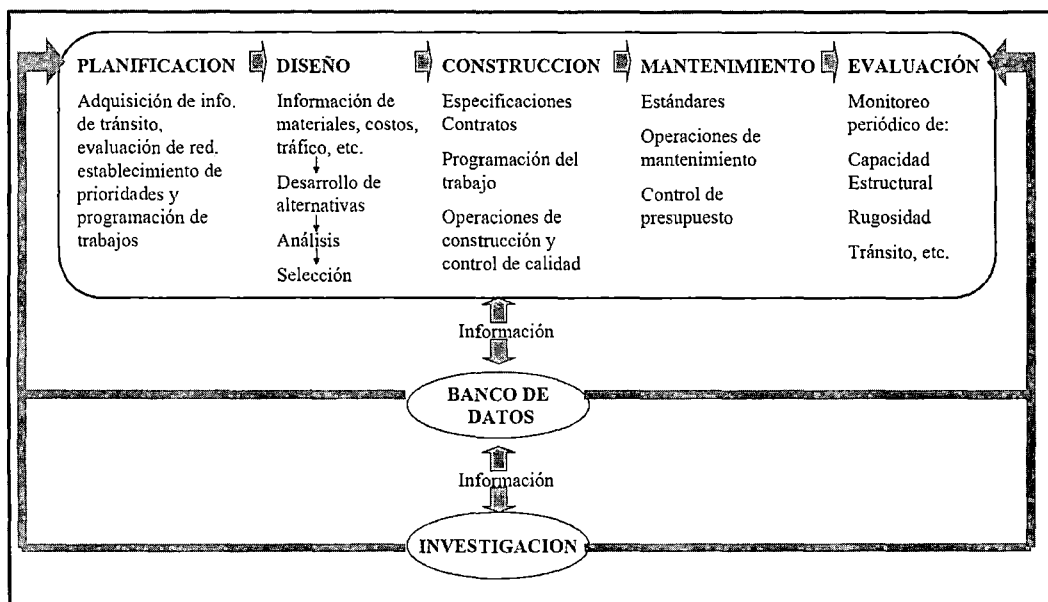


Figura N° 1. Estructura general de un sistema de gestión de pavimentos, Hass, 1994

2.1.2. Parámetros del Sistema de Gestión de Pavimentos

Un sistema de gestión de pavimentos cuenta con un conjunto de parámetros que lo definen. Estos parámetros dependen directamente de “estado del arte” y son los siguientes:

- El modelo o modelos de comportamiento a ser usado,
- la experiencia en que se basa el conocimiento de la conducta de los pavimentos y los factores principales que este contempla,
- la calidad de la instrumentación y las técnicas para efectuar las mediciones que determinen los parámetros,
- la calidad de la base de datos disponible, y

- la variabilidad en el conjunto de datos requeridos para determinar los parámetros.

2.1.3. Análisis del ciclo de vida

El modelo HDM es una herramienta de apoyo a la gestión de carreteras que permite a través de un software la evaluación de alternativas relacionadas con la inversión en proyectos de carreteras; evaluación que puede ser técnica y/o económica.

El marco analítico de HDM se basa en el concepto del análisis del ciclo de vida de un camino. Es decir el HDM simula las condiciones del camino durante el ciclo de vida y los costos asociados a tales condiciones (básicamente costos de construcción, conservación y usuarios) para un período de análisis dentro de un escenario de circunstancias especificado por el usuario del software, este período suele ser de 15 a 30 años.

De acuerdo a esto el modelo es capaz de predecir las cargas de tráfico, los efectos de las obras de mantenimiento, el deterioro del pavimento, los efectos para usuarios del camino, y los efectos socioeconómicos y medioambientales.

Una vez construidos, los caminos se deterioran como consecuencia de diversos factores como cargas de tráfico, acciones medioambientales y efectos de sistemas de drenaje inadecuados. La tasa de deterioro está directamente relacionada con los estándares de conservación aplicados para permitir que el pavimento soporte el tráfico para el que ha sido diseñado.

Considerando esto las condiciones del pavimento dependen de los estándares de conservación aplicados como se representa en la Figura N° 2 en términos de la calidad de rodadura, la cual es representada generalmente por el Índice de Regularidad Internacional IRI. Cuando se define un estándar de conservación, se impone un límite al nivel de deterioro al que se permite que llegue el pavimento.

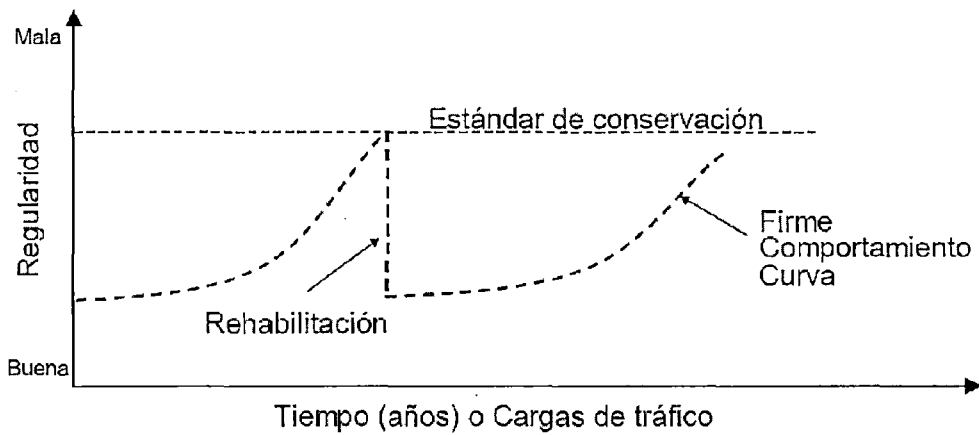


Figura N° 2. Concepto del análisis del ciclo de vida de un pavimento (Odoki et al, 2000)

Como consecuencia de lo anterior los costos de conservación y los costos de los usuarios (básicamente operación de vehículos y tiempo de viaje) dependerán de los estándares de conservación aplicados. Estos costos se determinan, principalmente, prediciendo cantidades físicas de consumo de recursos y multiplicando esas cantidades por sus costos unitarios.

Los beneficios económicos de las inversiones en carreteras se determinan luego comparando los flujos totales de costos para las distintas alternativas de construcción y mantenimiento con una situación base o sin proyecto que normalmente representa el estándar mínimo de conservación rutinario. La bondad de los proyectos se determina por medio de indicadores económicos, en particular del cálculo del valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

2.2. EL MODELO HDM 3

El Banco Mundial en el año 1962 se inició el proyecto llamado The Highway Design and Maintenance Study, con el objetivo de ayudar a los países en vías de desarrollo en administrar los escasos recursos financieros para mantener en el mejor estado posible las redes viales. El proyecto incentivó una serie de estudios, los cuáles fueron realizados por entidades de numerosos países, entre los que destacan: Australia, Brasil, Kenia, India, Malasia, Reino Unido y Estados Unidos.

De los estudios realizados se elaboraron una serie de modelos matemáticos entre ellos los llamados modelos de deterioro [Watanatada T, 1987], que eran capaces de predecir el tiempo de iniciación y el nivel de progresión de diversos tipos de deterioro que presentan comúnmente los pavimentos asfálticos. A estos modelos se les otorgó la capacidad de que fueran generales, es decir, que se pudieran aplicar en cualquier región del planeta, previa a una calibración. Esta consiste en la evaluación de ciertos parámetros en base a las características del clima y a los procesos constructivos del lugar dónde se quisieran implementar los modelos.

A partir de los modelos de deterioro, y de otros conceptos desarrollados en los estudios como los costos de operación de los vehículos (VOC), surgió un sistema computacional bajo el nombre de The Highway Design and Maintenance Standards Model (HDM 3), con la intención de que pudieran ser de gran ayuda en la gestión vial de los caminos.

En el cuadro siguiente se hace una descripción de cada uno de los submodelos que conforman el HDM 3:

Cuadro N° 3. Submodelos del HDM 3

Submodelo	Descripción
Transito	Permite ingresar el índice medio diario (IMD) discriminado por tipos de vehículos, así como especificar las tasas de crecimiento anuales para su proyección. También permite especificar el transito generado, si hubiese y el año de inicio del mismo.
Construcción	Realiza las siguientes acciones: <ul style="list-style-type: none"> • Computa y asigna anualmente costos de construcción • Modifica características físicas del tramo al finalizar la construcción • Activa el transito generado y costos y beneficios exógenos.
Deterioro y conservación	Realiza la predicción anual de cambio de indicadores de condición del tramo analizado en función a: <ul style="list-style-type: none"> • Condiciones climáticas • Transito: volumen y cargas • Edad del pavimento • Estructura del pavimento • Estado de deterioro existente • Efecto de estrategias de conservación y rehabilitación aplicadas.
Costos de Operación Vehicular	Determina la velocidad promedio de operación para cada grupo vehicular en función de varias velocidades limitantes. Modela y computa los insumos de recursos utilizados por los vehículos tales como: combustible, lubricantes, tiempo de pasajeros, repuestos, depreciación, trabajos de taller, neumáticos, gastos generales y tripulación. Aplica costos unitarios y determina costos por vehículo por kilómetro para cada grupo. Multiplica por longitud y total de vehículos para determinar insumos totales por grupo vehicular. Determina la sumatoria total por grupo y obtiene costos de usuario globales.

La interacción de los submodelos del HDM 3 se indica en el siguiente gráfico:

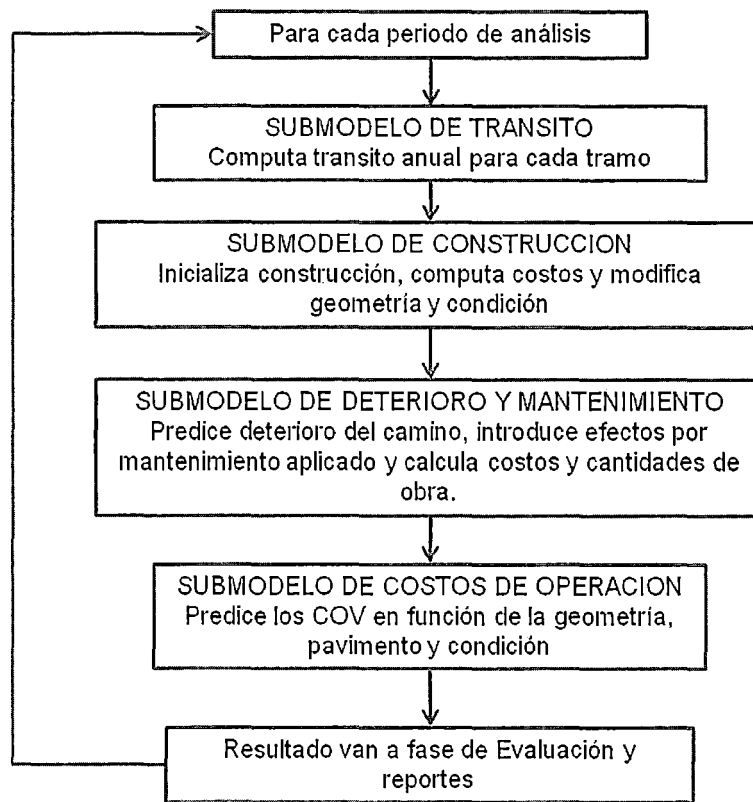


Figura N° 3. Interacción de los submodelos del HDM 3

Dependiendo del tipo de pavimento, los deterioros modelados por el HDM 3 son los siguientes:

Cuadro N° 4. Deterioros comunes por tipo de pavimento

Asfáltico	No pavimentados
Fisuración Ahuellamiento Desprendimiento Baches Rugosidad	Perdida de grava Rugosidad

2.2.1. Limitaciones del HDM 3

El uso de este modelo se mantiene vigente en la actualidad en nuestro país, no obstante presenta las siguientes limitaciones:

- Las relaciones desarrolladas corresponden a estudios llevados a cabo en países tropicales, es por esta razón que en otros países se han efectuado trabajos para calibrar el modelo a su realidad local, sin embargo en el Perú no se ha desarrollado este tema, se utilizan los modelos sin calibración.
- No se pueden analizar pavimentos en climas fríos.
- No se pueden analizar pavimentos de concreto.
- Los costos de operación corresponden a vehículos de las décadas del 70 y 80 con tecnología obsoleta a la fecha.
- No considera efectos de congestión, efectos sobre el medio ambiente o problemas de seguridad.
- Software computacional obsoleto desarrollado en ambiente DOS.

2.3. EL MODELO HDM 4

Comparte con el HDM 3 objetivos comunes como la determinación de estrategias optimizadas que permitan minimizar costos globales de inversión y de operación, aplicados a un proyecto específico. Sin embargo, la estructura utilizada en HDM 4 (ver figura N° 4) permite ampliar considerablemente las posibilidades de análisis.

El modelo cuenta con tres herramientas de análisis que tienen como propósito evaluar proyectos, programas y estrategias de conservación y mejoramiento de carreteras. Estas tres basan su análisis en el ciclo de vida del camino.

El análisis de proyecto se refiere a la evaluación de alternativas de inversión. En efecto, analiza un tramo o conjunto de tramos de caminos con los tratamientos seleccionados por el usuario. El sistema compara las alternativas empleando indicadores de rentabilidad económica (VAN y TIR), los cuales obtiene a partir de los costos y beneficios anuales proyectados de cada alternativa a lo largo del período de análisis.

El análisis de programa consiste básicamente en jerarquizar una lista de proyectos candidatos de acuerdo con su nivel de rentabilidad y efecto en el estado de la vía, a fin de obtener un programa de obras de uno o más años bajo restricciones presupuestarias definidas.

Por último, el análisis de estrategia tiene como propósito evaluar políticas de largo plazo para la conservación y mejoramiento de una red de carreteras.

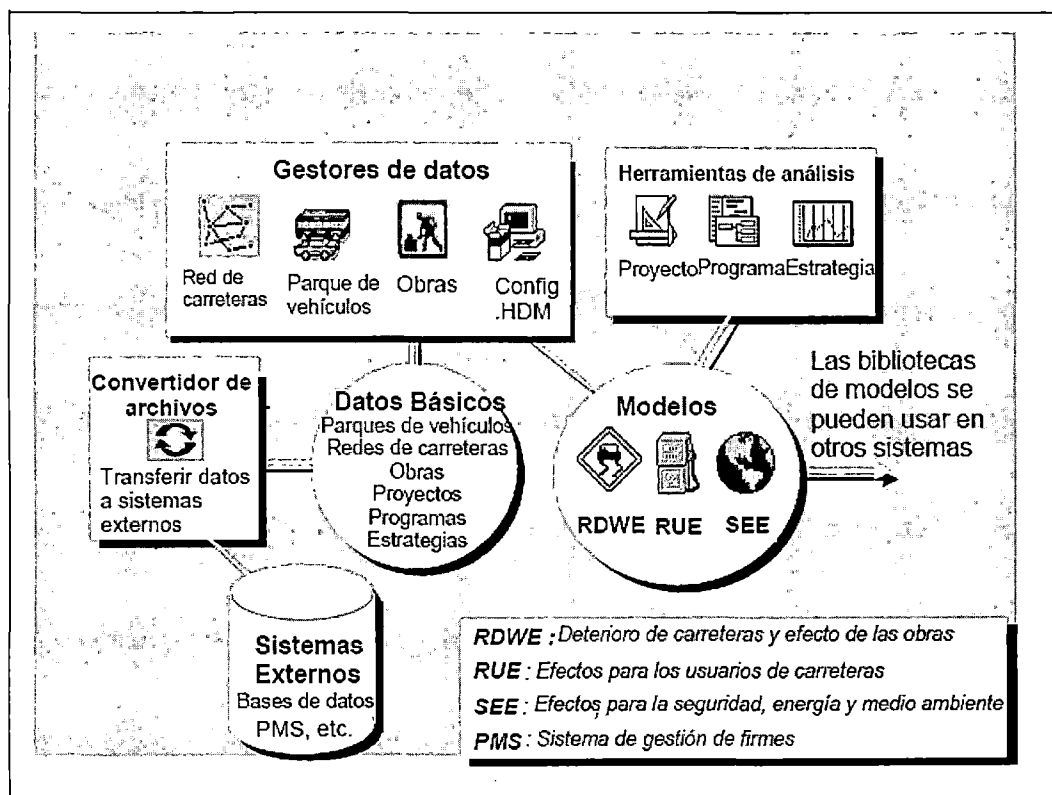


Figura N° 4. Estructura del modelo HDM 4 (Odoki et al, 2000)

En el cuadro siguiente se hace una descripción de cada uno de los modelos de análisis del HDM 4:

Cuadro N° 5. Modelos del HDM 4

Modelo	Descripción
Deterioro y conservación	Predice el deterioro de los pavimentos, el efecto de la aplicación de actividades de conservación y sus costos.
Costos de usuarios	Predice los costos en que incurren los vehículos, discriminados según los diferentes tipos de insumos (combustible, repuestos, tiempo de viaje, etc.)
Efectos ambientales y sociales	Estima los efectos sobre el medio ambiente y la sociedad debido a accidentes, polución por emisiones gaseosas y por ruido.

La interacción de los modelos del HDM 4 se indica en el siguiente gráfico:

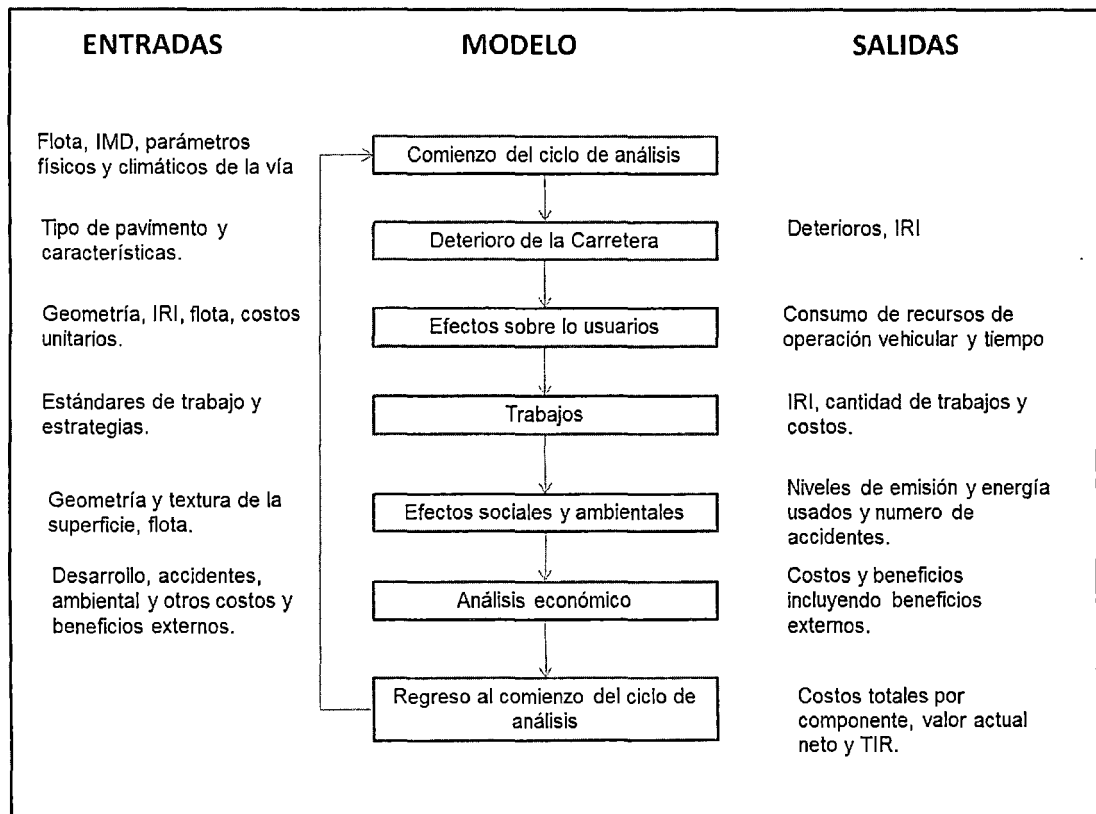


Figura N° 5. Análisis del ciclo de vida usando HDM 4 (Kerali, 2000)

Dependiendo el tipo de pavimentos, los deterioros modelados por el HDM 4 son los siguientes:

Cuadro N° 6. Deterioros comunes por tipo de pavimento modelado por HDM 4

Asfáltico	Concreto	No pavimentados
Fisuración Ahuellamiento Desprendimiento Baches Rugosidad Roturas de borde Textura superficial Resistencia al deslizamiento	Fisuración Deterioro de las juntas Escalonamiento Perdida de serviciabilidad Rugosidad	Perdida de grava Rugosidad

2.3.1. Diferencias del HDM 3 versus HDM 4

Entre las diferencias más relevantes podemos citar las siguientes:

- Se han modernizado las flotas vehiculares, puesto que el HDM 3 solo permitía trabajar con 7 tipos de vehículos predefinidos; en el HDM 4 se permite la creación de una flota de vehículos a partir de múltiples vehículos por defecto y hasta la inclusión de vehículos no motorizados. Los modelos de costos de operación vehicular también han sufrido variaciones en esta versión, resultado de la modernización de la flota por una más eficiente, en tal sentido esta eficiencia se ve reflejada en los modelos que estiman costos de operación vehicular menores. Esta diferencia es uno de los puntos de quiebre que marca la distancia entre el HDM 3 y HDM 4 puesto que los beneficios por ahorro en COV son un factor preponderante en la evaluación de proyectos de viabilidad interurbana.
- Cambios en modelos de deterioro de pavimentos asfálticos, y posibilidad de evaluar modernas tecnologías de conservación en asfalto (reciclados, micro-refuerzos, fresados, etc.)
- Evaluación técnica y económica de diversos tipos de pavimento de concreto.
- Análisis del efecto de metodologías avanzadas de conservación y rehabilitación en concreto.

- Efectos del proyecto sobre usuarios y sociedad: contaminación por emisión de gases y ruidos, accidentes, congestión vehicular (analiza capacidad de carreteras).
- El HDM 4 ha sido desarrollado en entorno Windows, lo que facilita su manejo e ingreso de datos.

CAPÍTULO III. APLICACIÓN DE LOS MODELOS HDM

Para efectos de realizar la comparación de las diferentes versiones del modelo HDM, se ha seleccionado el proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura – Sayán – Churín cuyo estudio de Factibilidad fue desarrollado con el HDM 3, en tal sentido, bajo los mismos parámetros de datos de ingreso se realizará la evaluación con el HDM 4.

3.1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

3.1.1 Nombre del proyecto:

Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura – Sayán – Churín.

3.1.2 Ubicación

Departamento/Región : Lima
Provincias : Huaura y Oyón
Distritos : Huaura, Sayán, Paccho, Pachangará
Región geográfica : Costa y Sierra
Altitud : 3,500m.s.n.m en la Ciudad de Churín
Longitud : 104+380Km.
Ruta Nº PE-18 (D.S. Nº 036-2011-MTC del 28.Julio.2011)
Trayectoria: Emp. PE-1N (Huaura) –Dv. Sayán (PN-1NE) – Churín – Oyón
– Abra Uchucchacua – Yanahuanca – Emp. PE-3N (Ambo).

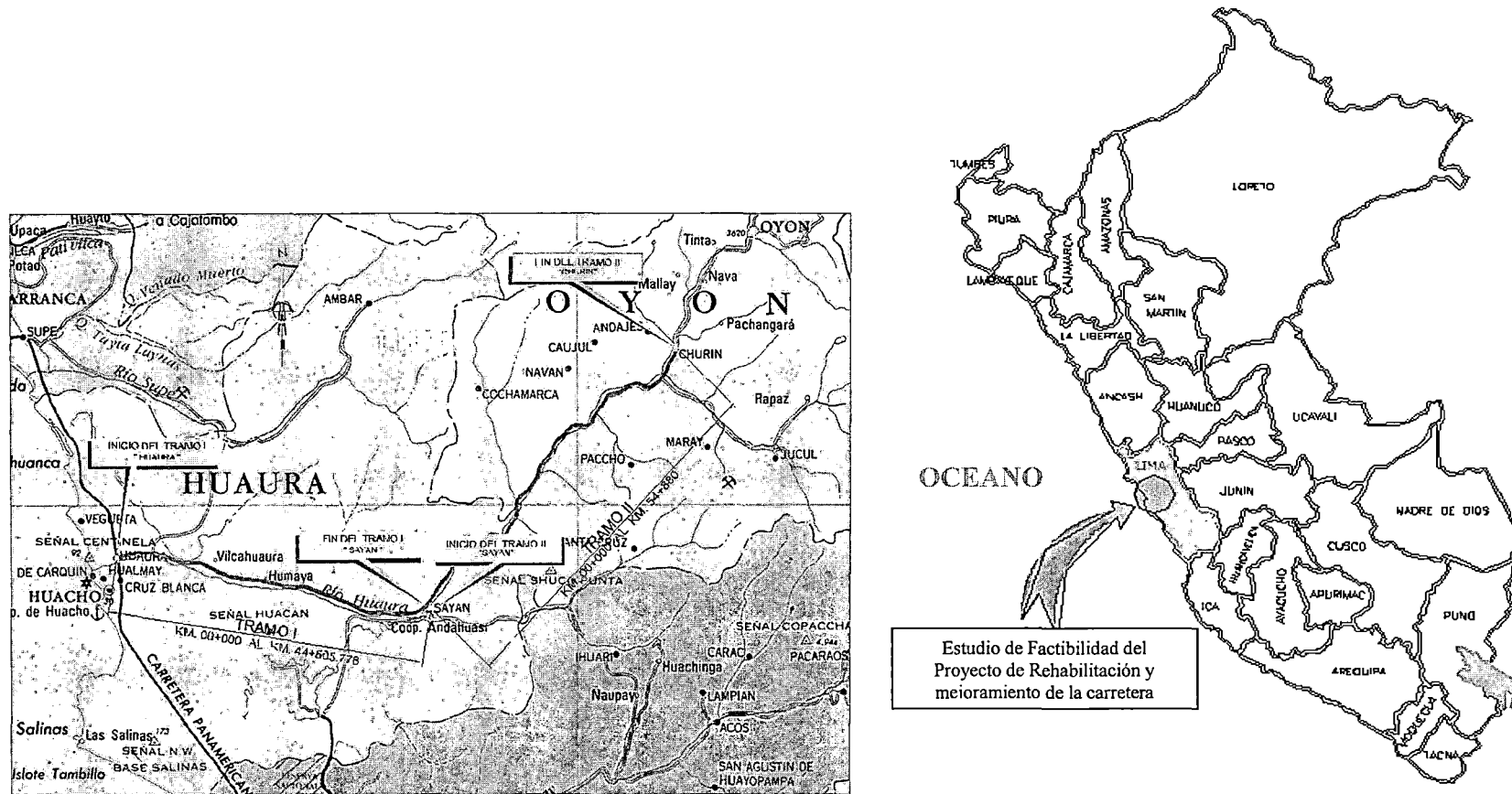


Figura N° 6. Localización del Proyecto en Estudio

3.1.3 Objetivo del Proyecto

El objetivo que plantea el proyecto es "Adecuada accesibilidad a localidades con potencial productivo y turísticos a los mercados regional, nacional e internacional".

Objetivos específicos:

- Mejoramiento y rehabilitación de la carretera Huaura-Sayán-Churín.
- Mejorar el nivel de la seguridad vial de la carretera.

3.1.4 Definición del horizonte de evaluación del proyecto

Debido a que la solución técnica comprende una vía asfaltada, se ha considerado un horizonte de evaluación de 20 años.

3.1.5 Análisis de la demanda

De acuerdo al estudio de tráfico desarrollado en el Estudio de Factibilidad, se tomaron las siguientes consideraciones para definir la demanda del proyecto:

(i.) Proyección del Tráfico Normal

Las proyecciones de tráfico se realizaron para identificar los posibles cambios que se generaran en el horizonte, una vez ejecutado el proyecto, para lo cual se han tomado la tasa promedio del crecimiento del 5.0% en un escenario conservador que representa el crecimiento promedio de la actividad productiva del PBI de Lima cuya tasa es del 6.77% para el periodo 2001-2010.

(ii.) Tráfico Generado

El tráfico generado corresponde a aquél que no existe en la situación sin Proyecto, pero que aparecerá como consecuencia de una mejora de las condiciones de transitabilidad de la infraestructura vial. Asimismo, crea un desarrollo potencial de la región, haciendo que las necesidades de transporte se incrementen de manera notoria, especialmente cuando la productividad de la región se encuentra estancada. Para el presente Estudio se ha considerado 20% del tráfico normal una vez ejecutado el proyecto.

(iii.) Tráfico Total

El tráfico total es la suma del tráfico Normal y tráfico Generado. A continuación se muestran los cuadros para las cuatro estaciones de conteo según los tipos de vehículos empleados en la modelación del HDM 3 y por los años de intervención de la obra como del tráfico generado, cuadro N° 7.

Cuadro N° 7. Datos de tráfico empleado en el modelo HDM3

Tramos	Tasa Cto. (%)	Km. 0+000 (Huaura) - Dv. Andahuasi		Dv. Andahuasi - Sayan (Km. 44+500)		Sayan - Cochamarca (Km.60+000)		Cochamarca (Km.60+000) - Puente Tingo (Km.104+300)	
		TN	TG	TN	TG	TN	TG	TN	TG
		Año 2011	Año 2014	Año 2011	Año 2014	Año 2011	Año 2014	Año 2011	Año 2015
Automóvil	1.050	829	192	954	221	79	19	54	14
Utilitario	1.050	252	59	227	52	151	35	120	30
Bus	1.050	15	3	22	5	25	6	30	7
Camión 2 ejes	1.050	95	22	92	21	55	13	40	10
Camión 3 ejes	1.050	99	23	17	4	4	1	2	1
Camión 4 ejes	1.050	2	1	1				1	
Articulados	1.050	93	22	106	25	104	24	61	15
Total =		1,386	322	1,418	328	419	98	308	77

Fuente: Estudio de Factibilidad- Estudio de Conteo y Encuesta (2009).

3.1.6 Análisis de la Oferta

Se puede resumir la Oferta Actual en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 8. Resumen de condiciones de la vía por tramos

Ubicación	Longitud total (Km.)	Ancho promedio de la vía	Ancho de calzada	Estado de la vía	Superficie de rodadura
Tramo 1 Huaura - Sayán	44.500	5.80 m	2.90 ancho de carril por sentido + 1.80m de bermas a nivel afirmado	Bueno a Regular	Asfaltada
Tramo 2 Sayán – Puente Tingo	54.800	4.0 - 7.0 m	6.00 ancho de carril + sin bermas	Regular a Mala	Afirmada (Trocha)
Tramo 3 Puente Tingo - Churín	5.080	4.0 - 5.0 m	5.00 ancho de carril + sin bermas		

Fuente: Estudio de Trazo y Diseño vial.

En el Estudio de Factibilidad se ha sectorizado los tramos según tres criterios: i) tráfico, ii) diseño geométrico (trazo y diseño vial) y iii) suelos y pavimentos.

Así, para la evaluación económica se trabajó con siete tramos viales de acuerdo al esquema mostrado en la figura N° 7.

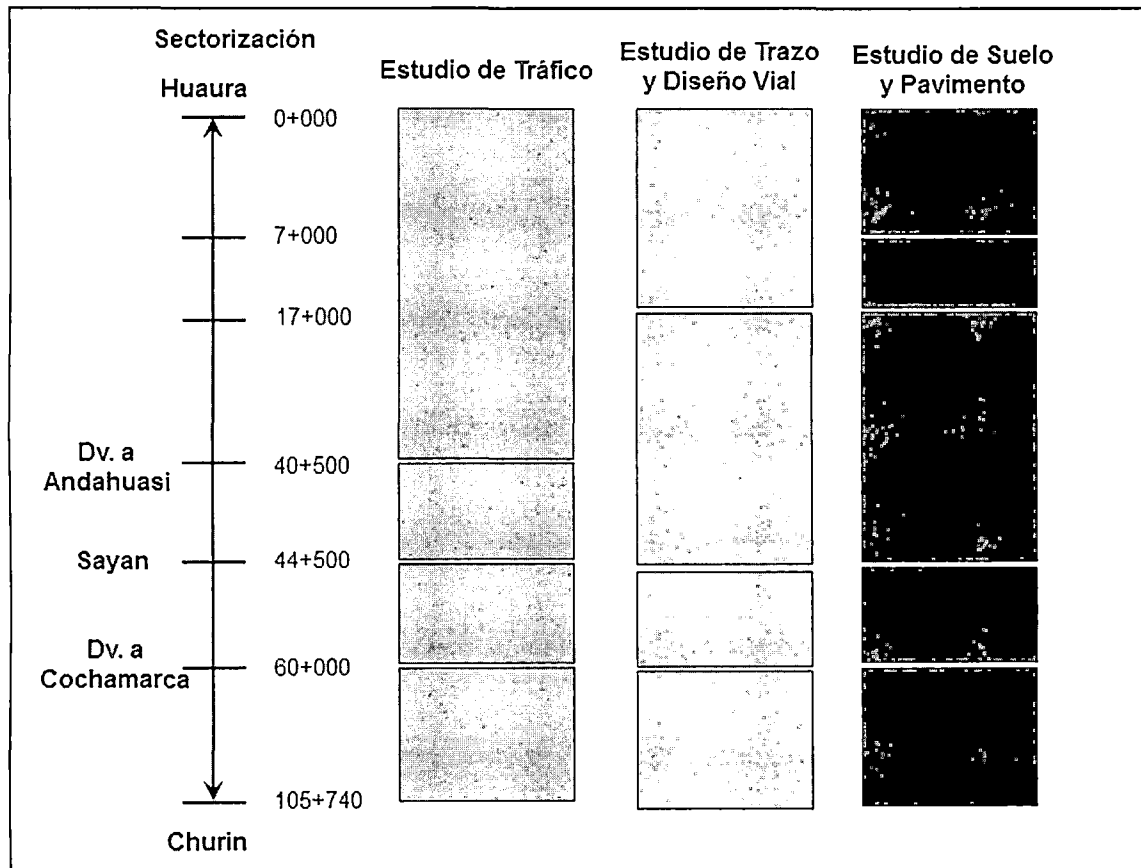


Figura N° 7. Sectorización por tramos del proyecto

El tráfico localizado en el tramo 1 se debe al flujo de vehículos livianos que recorre el área urbana de la ciudad de Huaura con Andahuasi y Sayán, siendo esta zona productora de la caña de azúcar y de su procesamiento. En menor medida los vehículos pesados. El tramo 2 son los viajes de mayor longitud, donde la presencia de los vehículos de transporte de carga, bus interprovincial tienen mayor presencia por el transporte de minerales como de pasajeros turistas que se dirigen hacia los baños termales medicinales respectivamente.

Cuadro N° 9. Conformación de tramos homogéneos según estudio de demanda

Tramos	Ubicación	Progresivas	Longitud total (Km.)	Ancho promedio de la vía	IRI m./km.	Superficie de rodadura
Tramo 1	Km. 0+000 – Km. 7+000	Km. 0+000 - Km. 7+000	7.000	5.80 m	4.2	Asfaltada
Tramo 2	Km. 0+000 – Km. 17+000	Km. 7+000 - Km. 17+000	10.000	5.80 m	4.2	
Tramo 3	Km. 17+000 – Dv. Andahuasi	Km. 17+000 - Km. 40+500	23.500	5.80 m	4.2	
Tramo 4	Dv. Andahuasi - Sayán	Km. 40+500 - Km. 44+500	4.000	5.80 m	4.2	
Tramo 5	Sayán - Dv. Cochamarca	Km. 44+500 - Km. 60+000	15.500	6.60 m	10.0	Afirmado (trocha)
Tramo 6	Dv. Cochamarca – Puente Tingo	Km. 60+000 - Km. 99+300	39.300	4.40 m	10.0	
Tramo 7	Puente Tingo - Churín	Km. 100+660 - Km. 105+740	5.080	4.40 m	10.0	

Fuente: Estudio de Factibilidad.

3.1.7 COSTOS DEL PROYECTO

i. Costos de inversión

Los costos de inversión del proyecto integral están determinados por el costo total de Obra, de supervisión, del estudio definitivo y del PACRI. Los costos de obra se han calculado sobre la base de los precios vigentes a Diciembre del 2011.

Los costos de inversión por tramos se muestran en el cuadro N° 10.

Cuadro N° 10. Costo de inversión a precios de mercado

Descripción de Rubros	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	TOTAL
	Km. 0+000 - Km. 44+500 (Sayán)	Km. 44+500 - Km. 99+300	Km. 100+660 - Km. 105+740	
	44.500	54.800	5.080	104.380
Obras provisionales	3,333,332.73	4,094,117.21	346,058.51	7,773,508.45
Movimiento de tierras	9,747,918.28	15,869,286.93	1,198,553.01	26,815,758.22
Sub Base y Base Granular	9,773,518.86	10,142,368.78	663,212.83	20,579,100.47
Pavimentos	30,437,045.12	23,731,411.65	2,694,033.75	56,862,490.52
Obras de arte y drenaje	6,128,584.87	88,202,205.81	3,036,134.52	97,366,925.20
Puentes		2,863,720.67	1,642,082.48	4,505,803.15
Transporte	17,367,424.29	49,897,963.75	1,599,503.76	68,864,891.80
Señalización y seguridad vial	1,571,462.78	2,407,153.60	392,723.36	4,371,339.74
Impacto ambiental	860,543.77	1,653,718.20	367,506.49	2,881,768.46
Costo Directo	79,219,830.70	198,861,946.60	11,939,808.71	290,021,586.01
Gastos Generales	24,779,666.83	59,456,653.57	3,951,835.36	88,188,155.76
Utilidad	7,921,983.07	19,886,194.66	1,193,980.87	29,002,158.60
Sub Total	111,921,480.60	278,204,794.83	17,085,624.94	407,211,900.37
Impuestos (IGV)	20,145,866.51	50,076,863.07	3,075,412.49	73,298,142.07
COSTO TOTAL	132,067,347.11	328,281,657.90	20,161,037.43	480,510,042.44
Supervisión de Obra	4,622,357.15	11,489,858.03	705,636.31	16,817,851.49
Estudio Definitivo	908,076.26	1,118,260.20	103,663.54	2,130,000.00
PACRI	1,902,986.15	1,268,657.44	202,214.80	3,373,858.39
TOTAL INVERSION (S/)	139,500,766.67	342,158,433.56	21,172,552.08	502,831,752.31
TOTAL INVERSION (US \$)	51,666,950.62	126,725,345.76	7,841,685.95	186,233,982.34
Costo Miles S// Km. precio mercado	3,134.849	6,243.767	4,167.825	4,817.319
Costo Miles S// Km. precio social	2,476.530	4,932.576	3,292.582	3,805.682
Costo Miles US\$/Km. precio mercado	1,161.055	2,312.506	1,543.639	1,784.192
Costo Miles US\$/Km. precio social	917.234	1,826.880	1,219.475	1,409.512

Tipo de Cambio: S/. 2.70

Fuente: Estudio de Factibilidad

ii. Costos de Mantenimiento.

El Estudio de Factibilidad ha tenido en cuenta un adecuado programa de mantenimiento rutinario en relación a la situación de la vía pavimentada y no pavimentada, como de los dispositivos de señalización y seguridad vial, la manutención de los puentes, el objetivo es que la vía dure y proporcione el retorno económico y los niveles de servicio esperado por los usuarios.

Para la condición de vía con pavimento flexible se han calculado los costos unitarios de las actividades de mantenimiento para el tramo 1, y en el caso del tramo 2 y 3 para una vía afirmada.

Para determinar el precio social se empleó el factor de conversión de 0.75, los resultados por tipo de pavimento se presentan en el cuadro N° 11.

Cuadro N° 11. Costos de mantenimiento de actividades por tipo de pavimento

Descripción	Unidad	Tramo 1		Tramos 2 y 3	
		Precios Mercado	Precios Sociales	Precios Mercado	Precios Sociales
Afirmado (Situación sin Proyecto)					
* Perfilado	Sl. x Km x año			4,269.55	3,202.16
* Bacheo	Sl. / m ²			163.09	122.32
* Reposición de grava	Sl. / m ²			127.67	95.76
Mantenimiento Rutinario	Sl. x Km x año			20,204	15,153
Asfaltado CAC (Situación con Proyecto)					
* Bacheo	Sl. / m ²	31.17	23.38	31.17	23.38
* Sellado	Sl. / m ²	10.62	7.96	10.62	7.96
* Refuerzo	Sl. / m ²	59.17	44.37	59.17	44.37
* Refuerzo	Sl. / m ²	0.00	0.00	0.00	0.00
Mantenimiento de Rutinario	Sl. x Km x año	10,573	7,930	10,689	8,017

Fuente: Estudio de Factibilidad

3.1.8 Programación física del proyecto.

A la fecha de realización del estudio de factibilidad solamente se realizaban actividades de conservación de la vía, proyectándose como inicio de obras el mes de Octubre del 2012.

Cuadro N° 12. Programación de obra de la Carretera Huaura-Sayán-Churín

Tramo	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Tramo 1: Huaura - Andahuasi - Sayán						
Km. 0+000 - Km. 7+000		100%				100%
Km. 7+000 - Km. 17+000	20%	80%				100%
Km. 17+000 - Km. 40+500		100%				100%
Km. 40+500 - Km. 44+500		100%				100%
Tramo 2: Sayán –Puente Tingo						
Km. 44+500 - Km. 60+000		100%				100%
Km. 60+000 - Km. 99+300		20%	80%			100%
Tramo 3: Puente Tingo –Churín						
Km. 100+660 - Km. 105+740		100%				100%

Fuente: Estudio de Factibilidad

Respecto al cronograma de inversiones para cada tramo se muestra un esquema anual de cada actividad hasta la puesta en operación:

Cuadro N° 13. Cronograma de inversiones

Año	Tramo 1	Tramos 2 y 3
2012	Estudio Definitivo y Construcción	Estudio Definitivo y Construcción
2013	Construcción	Construcción
2014	Operación	Construcción y Operación

Fuente: Estudio de Factibilidad

3.1.9 Política y estrategia de mantenimiento.

La política y estrategias de mantenimiento se diseñan sobre la base de las actividades incorporadas en el mantenimiento rutinario y periódico y según la opción a definir (según respuesta o condición) con la finalidad de mantener en buen estado de transitabilidad y conservación la carretera.

Lo que se quiere determinar es el nivel de rugosidad y su incidencia en el nivel de deterioro de la carretera, y como resultado en el flujo económico a través de los costos operativos vehiculares y el tiempo de viaje, expresado en mejoras de la velocidad de circulación del camino por cada tipo de vehículo. En el cuadro N° 14 se muestran las

políticas y el empleo de las actividades de mantenimiento para vías pavimentadas y no pavimentadas.

Cuadro N° 14. Estrategia por tipo de alternativas

Alternativas	Estrategia	Descripción
Sin proyecto		
Situación Base Optimizada	Estrategia N° 1 Política base	Mantenimiento para vía pavimentada (asfaltada) . + Bacheo (condición) del 100% área dañada. + Sello (condición) 100% del área, e=15mm + Refuerzo según condición de la vía IRI ≥ 7 m/Km. se coloque una capa de asfalto con e= 25 mm, Coef. estructural = 0.40. + Mantenimiento rutinario durante el horizonte del proyecto
		Mantenimiento para una vía no pavimentada (trocha) . + Perfilado cada 360 días programados + Bacheo (condición) del 25% área dañada. + Reposición de grava si e< 50mm, aumentando e= 100 mm. + Mantenimiento rutinario durante el horizonte del proyecto
Con proyecto		
Solución Integral a nivel de Pavimento Flexible (Carpeta asfáltica)	Estrategia N° 1	Mejoramiento y rehabilitación a nivel de Carpeta Asfáltica para el tramo 1 con e= 90 mm y el tramo 2 con e= 75 y 90 mm. Aplicando una política de mantenimiento: + Bacheo (condición) del 100% área dañada + Sello (condición) área dañada mayor 20% e: 15mm., Coef. estructural = 0.25, tipo de tratamiento superficial monocapa. + Refuerzo (condición) IRI ≥ 4 m/Km., colocando capa de mezcla bituminosa e = 50mm., Coef. estructural= 0.40. + Mantenimiento Rutinario.
	Estrategia N° 2	Mejoramiento y rehabilitación a nivel de Carpeta Asfáltica para el tramo 1 con e= 90 mm y el tramo 2 con e= 75 y 90 mm. Aplicando una política de mantenimiento: + Bacheo (condición) del 100% área dañada + Sello (condición) área dañada mayor 20% e: 20 mm., Coef. estructural = 0.25, tipo de tratamiento superficial monocapa. + Refuerzo (programada) cada 10 años colocando capa de mezcla bituminosa e = 50mm., Coef. estructural= 0.40. + Mantenimiento Rutinario.
	Estrategia N° 3	Mejoramiento y rehabilitación a nivel de Carpeta Asfáltica para el tramo 1 con e= 90 mm y el tramo 2 con e= 75 y 90 mm. Aplicando una política de mantenimiento: + Bacheo (condición) del 100% área dañada + Sello (condición) área dañada mayor 50% e: 20 mm., Coef. estructural = 0.25, tipo de tratamiento superficial monocapa. + Refuerzo (programada) cada 5 años colocando capa de mezcla bituminosa e = 50mm., Coef. estructural= 0.40. + Mantenimiento Rutinario.

Fuente: Estudio de Factibilidad

3.2. EVALUACIÓN SOCIAL UTILIZANDO HDM 3

Para la evaluación efectuada, en la carretera Huaura – Sayán – Churín se consideraron los siguientes parámetros:

⇒ Período de Análisis (años):	20
⇒ Tasa de descuento:	10% anual
⇒ Precios de mercado:	Diciembre 2011
⇒ Año de Estudio Definitivo:	Año 2012
⇒ Año de inicio de Inversión:	Año 2012
⇒ Indicadores de evaluación:	Valor Actual Neto (VAN) Tasa Interna de Retorno (TIR) Beneficio / Costo (B/C)

Los beneficios netos se obtienen por diferencia entre las alternativas a nivel de intervención de carpeta asfáltica y la alternativa base (situación optimizada).

Para la presente evaluación, se utilizó el modelo HDM 3 del Banco Mundial que permite simular el proceso de deterioro de la vía, considerando diferentes opciones de actividades viales. El modelo establece los flujos de costos e indicadores de rentabilidad que permite ponderar las alternativas en comparación.

3.2.1 Beneficios Sociales

La inversión en las mejoras y rehabilitación de la carretera Huaura-Sayán-Churín proporciona beneficios principalmente en variables como: i) reducción en los costos de operación de vehículos, ii) reducción en los tiempos de viaje y iii) reducción de los costos de mantenimiento.

De acuerdo a las características de la vía, el principal beneficio cuantificable con el mejoramiento de la infraestructura vial, es el ahorro de los usuarios al operar sus vehículos en una vía en mejores condiciones de transitabilidad, reflejado en la disminución de los costos de operación con respecto a la vía en condiciones actuales (aumento de la velocidad promedio del vehículo).

Estos beneficios corresponden: a la reducción de los costos de operación vehicular, tanto del tráfico normal como del generado. Así como de la reducción de costos de tiempo de viaje de los pasajeros y de carga.

a). Ahorros por costos de operación de los vehículos

Los beneficios son calculados comparando los costos operativos por cada tipo de vehículo, considerando dos escenarios: sin y con proyecto. El modelo evalúa por año el costo de operación en función de las características técnicas de la vía (generalmente por el nivel de IRI), del uso de los vehículos y costos unitarios de los insumos de operación vehicular, mostrados según el tipo de pavimento ver cuadro N° 15.

Cuadro N° 15. Beneficio por ahorro de costos de operación vehicular alternativas

Año	Ahorro por Costos Operativos Vehiculares (En Millones S/)								Costo Total
	Costo Total Base	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	
2011	44.941	3.469	5.000	11.700	1.866	7.120	15.786	1.898	46.839
2012	47.717	3.722	5.451	12.471	1.988	7.476	16.609	2.000	49.717
2013	49.289	3.980	5.919	13.262	2.111	7.491	16.526	1.974	51.263
2014	54.303	4.421	6.310	14.967	2.404	5.232	18.725	1.373	53.432
2015	60.913	4.644	6.630	15.727	2.527	5.496	10.296	1.443	46.763
2016	64.729	4.879	6.965	16.520	2.654	5.774	10.818	1.515	49.125
2017	61.592	5.125	7.316	17.354	2.788	6.065	11.363	1.591	51.602
2018	67.493	5.385	7.686	18.229	2.928	6.371	11.936	1.672	54.207
2019	74.946	5.656	8.074	19.150	3.076	6.692	12.539	1.756	56.943
2020	78.852	5.941	8.482	20.117	3.231	7.029	13.171	1.844	59.815
2021	78.255	6.242	8.911	21.133	3.395	7.385	13.836	1.938	62.840
2022	86.070	6.558	9.363	22.201	3.566	7.757	14.535	2.035	66.015
2023	90.279	6.888	9.839	23.323	3.747	8.151	15.270	2.138	69.356
2024	91.514	7.237	10.341	24.502	3.935	8.565	16.043	2.246	72.869
2025	95.970	7.604	10.856	25.743	4.135	9.002	16.860	2.361	76.561
2026	104.662	7.988	11.405	27.046	4.344	9.447	17.700	2.478	80.408
2027	106.387	8.393	11.991	28.415	4.564	9.925	18.596	2.604	84.488
2028	112.561	8.845	12.651	29.921	4.798	10.439	19.535	2.737	88.926
2029	121.385	9.332	13.351	31.565	5.059	11.006	20.545	2.883	93.741
2030	120.107	9.848	14.095	33.306	5.333	11.608	21.651	3.039	98.880
	642.287	50.255	72.134	169.795	27.225	67.552	140.101	17.794	544.856
Ahorro Total por Costos Operativos Vehiculares (En Millones S/)									97.431

Fuente: Estudio de Factibilidad

b). Ahorro por disminución de tiempo de viaje

Estos beneficios, se derivan de la disminución de los tiempos de viaje de los pasajeros y de la carga, por transitar en una vía en mejores condiciones de transitabilidad, según tipo de pavimento ver cuadro N° 16.

Cuadro N° 16. Beneficio por ahorro de costos de tiempo de viaje

Año	Ahorro por Tiempo de Viajes (En Millones S/)								Costo Total
	Costo Total Base	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	
2011	15.663	0.991	1.418	3.343	0.593	2.320	6.998	0.897	16.560
2012	16.484	1.046	1.505	3.523	0.625	2.436	7.349	0.942	17.426
2013	17.305	1.104	1.600	3.712	0.658	2.541	7.690	0.985	18.290
2014	18.300	1.349	1.924	4.553	0.807	1.378	8.118	0.469	18.598
2015	19.485	1.416	2.021	4.782	0.848	1.448	3.667	0.492	14.674
2016	20.504	1.488	2.123	5.023	0.891	1.520	3.851	0.516	15.412
2017	21.162	1.562	2.230	5.276	0.935	1.597	4.044	0.542	16.186
2018	22.371	1.641	2.343	5.541	0.983	1.678	4.247	0.569	17.002
2019	23.773	1.724	2.460	5.820	1.032	1.762	4.461	0.598	17.857
2020	25.012	1.810	2.585	6.113	1.084	1.851	4.685	0.628	18.756
2021	26.016	1.901	2.714	6.421	1.139	1.944	4.921	0.660	19.700
2022	27.599	1.997	2.852	6.745	1.195	2.041	5.168	0.693	20.691
2023	28.872	2.098	2.996	7.084	1.256	2.145	5.428	0.728	21.735
2024	30.201	2.204	3.148	7.441	1.319	2.254	5.702	0.764	22.832
2025	31.569	2.315	3.305	7.818	1.386	2.368	5.990	0.803	23.985
2026	33.411	2.432	3.472	8.212	1.456	2.485	6.289	0.843	25.189
2027	34.971	2.555	3.648	8.627	1.530	2.611	6.606	0.885	26.462
2028	36.710	2.684	3.833	9.063	1.607	2.743	6.939	0.930	27.799
2029	38.730	2.820	4.027	9.523	1.688	2.882	7.288	0.977	29.205
2030	40.211	2.964	4.232	10.006	1.773	3.028	7.656	1.027	30.686
	212.239	15.065	21.540	50.845	9.015	19.116	55.105	6.804	177.490
Ahorro Total por Costos Operativos Vehiculares (En Millones S/)									34.749

Fuente: Estudio de Factibilidad

3.2.2 Costos Sociales

Se entiende como "costos económicos", a los precios que reflejan el valor que la sociedad asigna a los recursos según la disponibilidad de los mismos. Este tipo de análisis permite la correcta evaluación de la eficiencia económica (social) en el uso de los recursos en un proyecto determinado.

Los factores de corrección de costos financieros (precios privados) para la evaluación a costos económicos (precios sociales) están mostrados en el cuadro adjunto.

Cuadro N° 17. Factores de corrección de precios sociales

Nombre del parámetro	Valor
Factores de corrección para la inversión	0.79
Factores de corrección para los costos de mantenimiento y operación	0.75

Fuente: Anexo SNIP 10. Parámetros de Evaluación

En el cuadro N° 18, se muestra el costo de inversión total, a precios económicos. Para su conversión se empleó el factor de 0.79.

Cuadro N° 18. Costo de inversión a precios sociales

Descripción de Rubros	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	TOTAL
	Km. 0+000 - Km. 44+500 (Sayán)	Km. 44+500 - Km. 99+300	Km. 100+660 - Km. 105+740	
	44.500	54.800	5.080	
Obras provisionales	2,633,332.86	3,234,352.60	273,386.22	6,141,071.68
Movimiento de tierras	7,700,855.44	12,536,736.67	946,856.88	21,184,448.99
Sub Base y Base Granular	7,721,079.90	8,012,471.34	523,938.14	16,257,489.37
Pavimentos	24,045,265.64	18,747,815.20	2,128,286.66	44,921,367.51
Obras de arte y drenaje	4,841,582.05	69,679,742.59	2,398,546.27	76,919,870.91
Puentes	0.00	2,262,339.33	1,297,245.16	3,559,584.49
Transporte	13,720,265.19	39,419,391.36	1,263,607.97	54,403,264.52
Señalización y seguridad vial	1,241,455.60	1,901,651.34	310,251.45	3,453,358.39
Impacto ambiental	679,829.58	1,306,437.38	290,330.13	2,276,597.08
Costo Directo	62,583,666.25	157,100,937.81	9,432,448.88	229,117,052.95
Gastos Generales	19,575,936.80	46,970,756.32	3,121,949.93	69,668,643.05
Utilidad	6,258,366.63	15,710,093.78	943,244.89	22,911,705.29
Sub Total	88,417,969.67	219,781,787.92	13,497,643.70	321,697,401.29
Impuestos (IGV)	15,915,234.54	39,560,721.82	2,429,575.87	57,905,532.23
TOTAL OBRA	104,333,204.22	259,342,509.74	15,927,219.57	379,602,933.52
Supervisión de Obra	3,651,662.15	9,076,987.84	557,452.68	13,286,102.67
Estudio Definitivo	717,380.25	883,425.56	81,894.19	1,682,700.00
PACRI		1,002,239.37	159,749.69	2,665,348.13
TOTAL INVERSION (S/)	110,205,605.67	270,305,162.52	16,726,316.14	397,237,084.33

Fuente: Estudio de Factibilidad

3.2.3 Costos económicos de los usuarios.

Costos de Operación Vehicular

Costos financieros

Comprende los costos que incluyen las cargas tributarias de los vehículos como de los diversos insumos que utilizan para su operación, están mostrados en el cuadro N° 19 incluyendo la mano de obra de la tripulación y del mantenimiento vehicular.

Cuadro N° 19. Costos operativos y tiempos de viajes a Precios Financieros

Rubros	Unidad	Auto	Utilitario	Bus	Camión			Articu- lado	Factor de conversión
					Ligero	Medio	Pesado		
Vehículo Nuevo	S/. xVeh.	53,850	78,300	381,000	309,000	378,900	456,090	522,150	0.69
Neumático Nuevo	S/. x Llanta	147.00	249.00	1,107.00	447.00	1,107.00	1,387.50	1,387.50	0.85
M.O Mantenimiento		7.95	7.95	9.09	9.09	9.09	9.09	9.09	0.91
Tripulación	S/. x Hora		3.41	11.65	6.82	8.52	9.94	9.94	0.91
Tiempo Pasajero		4.40	4.40	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	1.00
Tiempo de Carga			0.12	0.12	0.09	0.09	0.09	0.09	1.00
Gasolina		2.89							0.52
Diesel	S/. x Litro	2.91							0.62
Lubricantes		13.59							0.87

Fuente: Parámetros requeridos y opcionales para uso del HDM (Noviembre, 2010), OPI Transportes.

Costos económicos o de eficiencia

La evaluación del costo del tiempo de los pasajeros que utilizan el automóvil ha sido efectuada teniendo en cuenta que la mayoría de los viajes son por motivos de trabajo o negocios asociados a la producción o comercio.

Cuadro N° 20. Costos Económicos Unitarios

Características	Unidad	Automóvil	Utilitario	Bus	Camión			Articulados
					Ligero	Medio	Pesado	
Vehículo Nuevo	S/. xVeh.	37,157	54,027	262,890	213,210	261,441	314,702	360,284
Neumático Nuevo	S/. x Llanta	125.00	211.70	941.00	380.00	941.00	1,179.40	1,179.40
M.O. Mantenimiento		7.24	7.24	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27
Tripulación	S/. x Hora		3.10	10.60	6.20	7.76	9.05	9.05
Tiempo Pasajero		4.40	4.40	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64
Tiempo de Carga			0.36	0.36	0.27	0.27	0.27	0.27
Combustibles		1.50						
Diesel	S/. x Litro	1.80						
Lubricantes		11.82						

Fuente: Parámetros requeridos y opcionales para uso del HDM (Noviembre, 2010), OPI Transportes.

Características técnicas de los vehículos.

En el cuadro N° 21 se resumen los datos sobre las características básicas de las clases vehiculares y los parámetros de utilización de los vehículos.

La información utilizada, así como la forma de estimación de los parámetros de entrada al modelo HDM 3 se describen según los precios unitarios económicos de los vehículos y de las operaciones (llantas, combustibles, lubricantes, mantenimiento, etc.)

Cuadro N° 21. Características básicas de las clases vehiculares

Características	Unidad	Auto	Utilitario	Bus	Camión			Articu- lados
					Ligero	Medio	Pesado	
Características básicas								
Peso Bruto Vehicular	Tons.	1.37	2.18	13.63	6.86	15.40	23.05	38.35
N° Ejes Equivalentes	N°			3.40	3.40	3.40	3.40	3.40
N° Ejes	N°	2	2	2	2	2	3	5
N° de Neumáticos	N° x Veh.	4	4	6	6	6	10	18
N° de Pasajeros	Pas.xVeh.	4	10	45	2	2	1	1
Utilización del vehículo								
Vida útil	N° años	10	8	10	8	10	10	10
Horas conducidas	Hrs. x año	480	960	2,496	1,440	2,400	2,400	2,400
Km. conducidos	Km. x año	25,000	40,000	120,000	60,000	90,000	100,000	100,000
Código de depreciación	N°	2	2	2	2	2	2	2
Código de utilización	N°	1	3	3	3	3	3	3
Tasa de interés anual	%	14	14	14	14	14	14	14
Otros								
Carga útil	Tons.	0.32	0.62	4.13	3.84	7.00	12.00	24.50
Vel. deseada Pavimento	Km./Hr.	90	90	70	70	60	60	60
Vel. deseada No Pavim	Km./Hr.	35	30	25	25	20	20	20
Eficiencia energética	%	0.85	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.80

Fuente: Parámetros requeridos y opcionales para uso del HDM (Noviembre, 2010), OPI Transportes.

3.2.4 Características viales actuales y con proyecto

El análisis de la infraestructura vial existente, comprende la evaluación de la carretera HUAURA – SAYÁN – CHURÍN, de una longitud aproximada de 104+380 Km.

El proyecto vial de la carretera se ha desagregado en 06 tramos homogéneos según el estudio de tráfico y del comportamiento de los vehículos, como se muestra en el cuadro N° 22 donde se presentan las progresivas y longitud del tramo que comprende el proyecto.

Cuadro N° 22. Tramos comprendidos por el proyecto

Tramos	Descripción de tramos (Estación de Control)	Progresivas	Longitud (Km.)
1	Km. 0+000 – Km. 7+000	Km. 0+000 - Km. 7+000	7.000
2	Km. 0+000 – Km. 17+000	Km. 7+000 - Km. 17+000	10.000
3	Km. 17+000 – Dv. Andahuasi	Km. 17+000 - Km. 40+500	23.500
4	Dv. Andahuasi - Sayán	Km. 40+500 - Km. 44+500	4.000
5	Sayán - Dv. Cochamarca	Km. 44+500 - Km. 60+000	15.500
6	Dv. Cochamarca – Puente Tingo	Km. 60+000 - Km. 99+300	39.300
7	Puente Tingo - Churín	Km. 100+660 - Km. 105+740	5.080

Fuente: Estudio de Factibilidad

En los cuadros siguientes, se muestran las características técnicas de la carretera en la situación actual (sin proyecto), en comparación con las características o condiciones que presenta la vía una vez rehabilitada o situación Con Proyecto según cada alternativa por tipo de superficie: carpeta asfáltica en caliente (CAC).

Importante señalar que las características técnicas de cada alternativa está relacionada con la vida útil de la misma (horizonte del proyecto), dato que es asumido en el control de las corridas para aplicar el HDM.

Cuadro N° 23. Características Físicas de la red vial – Situación actual.

Descripción	Tramo 1: Huaura - Andahuasi - Sayán				Tramo 2: Sayán – Puente Tingo		Tramo 3: Puente Tingo - Churín
	Km. 0+000 - 7+000	Km. 7+000 - 17+000	Km. 17+000 - 40+500	Km. 40+500 - 44+500	Km. 44+500 - 60+000	Km. 60+000 - 104+300	Km. 100+660 - 105+740
Clase de Carretera	Asfaltado				Afirmado		
GEOMETRÍA							
Longitud(Km.)	7.00	10.00	23.50	4.00	15.50	39.30	5.08
Ancho de la calzada (m)	5.80	5.80	5.80	5.80	6.60	4.40	4.00
Ancho de la Bermas(m)	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00	0.00	0.00
No. Efectivo de carriles	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Subida más Bajada (m/Km.)	12.21	12.15	15.89	12.49	34.05	60.16	44.84
Curvatura (grados / Km.)	5.11	9.43	15.90	35.05	78.27	217.46	176.60
Peralte (%)							
MEDIO AMBIENTE							
Altitud(m)	118	208	438	632	811	1495	2235
Precipitación(m / mes)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.010	0.010	0.010
SUPERFICIE							
Tipo de Superficie	CAC	CAC	CAC	CAC	Afirmado		
Espesor de Capas Nueva (mm)	25.0	25.0	25.0	25.0			
Espesor de Capas Vieja (mm)	15.0	15.0	15.0	15.0			
HISTORA							
Edad Capa Superficial (años)	8	8	8	8			
Edad Construcción (años)	20	20	20	20			
BASE SUBRASANTE							
Tipo de Base	Granular	Granular	Granular	Granular	Granular		
CBR de la Subrasante (%)	24.00	15.60	21.90	21.90	26.40	40.20	9.20
RESISTENCIA							
Numero Estructural							
Deflexión Viga Benkelman (mm)	1.76	2.68	1.26	1.44			
ESTADO							
Rugosidad (IRI)	4.20	4.20	4.20	4.20			
ESTADO AFIRMADO							
Espesor de la grava (mm)					100	100	100.00
Edad de la Grava (años)					10	10	10
Rugosidad (IRI)					8.0	8.0	8.0
SUPERFICIE							
Rugosidad Mínima (IRI)					8.0	8.0	8
Rugosidad Máxima (IRI)					18.0	18.0	18
Tamaño partícula máxima(mm)					58.0	66.8	60.2
Índice de plasticidad (%)					5.2	4.8	5.3
Material pasa Tamiz 2.000 mm (%)					60.6	46.4	40.9
Material pasa Tamiz 0.425 mm (%)					41.3	32.3	27.4
Material pasa Tamiz 0.075 mm (%)					21.6	17.7	18.6
BASE SUBRASANTE							
Rugosidad Mínima (IRI)					16.0	16.0	16
Rugosidad Máxima (IRI)					18.0	18.0	18
Tamaño partícula máxima(mm)					42.2	66.5	54.6
Índice de plasticidad (%)					6.0	5.6	4.7
Material pasa Tamiz 2.000 mm (%)					66.7	45.9	42.6
Material pasa Tamiz 0.425 mm (%)					47.0	31.1	27.7
Material pasa Tamiz 0.075 mm (%)					24.7	16.0	17.2

Fuente: Estudio del Diseño Vial

Cuadro N° 24. Características Físicas de la red vial – Situación Con Proyecto

Descripción	Tramo 1: Huaura - Andahuasi - Sayán				Tramo 2: Sayán – Puente Tingo		Tramo 3: Puente Tingo - Churín
	Km. 0+000 - 7+000	Km. 7+000 - 17+000	Km. 17+000 - 40+500	Km. 40+500 - 44+500	Km. 44+500 - 60+000	Km. 60+000 - 104+300	Km. 100+660 - 105+740
POLÍTICA DE CONSTRUCCION							
Duración de Construcción	2	2	2	2	2	3	3
Flujo: Construcción en año 1			20%				
Construcción en año 2	100%	100%	80%	100%	100%	20%	20%
Construcción en año 3						80%	80%
Construcción en año 4							
Construcción en año 5							
Valor Residual (% costo total)	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Factor de Costo	1	1	1	1	1	1	1
GEOMETRÍA							
Longitud(Km.)	7.00	10.00	23.50	4.00	15.50	39.30	5.08
Ancho de la calzada (m)	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.00	6.60
Ancho de la Bermas(m)	1.80	1.80	1.80	1.80	1.20	0.80	0.90
No. Efectivo de carriles	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Subida más Bajada (m/Km.)	12.3	12.1	15.9	12.5	27.1	32.6	40.70
Curvatura (grados / Km.)	5.1	9.4	15.9	35.0	78.3	217.5	176.6
Peralte (%)							4.5
SUPERFICIE							
Tipo de superficie	CAC		CAC		CAC		
Espesor de capas nuevas(mm)	90	90	90	90	90	75	90
Espesor de capas viejas(mm)							
BASE / SUBRASANTE							
Tipo de base	Cemento	Granular	Cemento	Cemento	Granular	Granular	Granular
CBR de la Subrasante (%)	24.0	15.6	21.9	21.9	26.4	40.2	9.2
Base Granular (mm)	250	300	275	275	400	300	400
MR (psi) de la CBR	18,407	14,524	17,503	17,503	19,393	24,439	10573
MR Suelo-Cemento (GPa)	3		3	3			
RESISTENCIA							
Numero Estructural	3.13	3.21	3.29	3.29	3.04	2.53	3.58
Deflexión Viga Benkelman (mm)							
ESTADO							
Rugosidad (IRI)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

Fuente: Estudio del Diseño Vial

3.2.5 Indicadores de rentabilidad social del proyecto

El análisis económico ha sido efectuado con el modelo de evaluación HDM 3 del Banco Mundial.

Los parámetros tomados en cuenta son los siguientes:

- i. Valor residual después de 20 años es del 20% para la vía pavimentada.
- ii. Toda la información económica y financiera expresada en nuevo soles (S/.)
- iii. Tasa de descuento es el 10.0%.

Los resultados obtenidos después de la evaluación económica aplicando el HDM 3 muestran indicadores rentables a nivel de proyecto integral en todas las alternativas planteadas en las estrategias de mantenimiento ya que la intervención es a nivel carpeta asfáltica.

En ese sentido, la ALTERNATIVA N° 1 tiene los resultados para una intervención a nivel de carpeta asfáltica con un VAN (10%) de 10.26 Millones de Nuevo Soles y una TIR del 10.43%, donde el proyecto en su conjunto es capaz de retornar la inversión a través de los beneficios esperados, ver cuadro N° 25.

Cuadro N° 25. Evaluación económica por tramos

Tramos	Indicadores Económicos (Millones de S/. a precio social)			IRI (m/Km.)	
	VANE (10%)	TIRE (%)	B/C	Sin Py	Con Py
Tramo 1	-3.039	7.15%	0.74	6.15	3.01
Tramo 2	-0.619	9.57%	0.96	6.42	3.12
Tramo 3	-13.964	-0.43%	0.52	5.90	2.97
Tramo 4	-2.551	5.71%	0.62	6.08	2.95
Tramo 5	3.182	10.68%	1.06	12.62	3.92
Tramo 6	20.562	11.86%	1.15	13.69	4.38
Tramo 7	6.693	16.02%	1.54	13.58	3.90
Beneficio Total	10.26	10.43%	1.04	10.28	3.70

Información Base: Corrida del HDM 3.

Cuadro N° 26. Evaluación económica a nivel integral – Alternativa 1
(En millones de S/. a precios sociales)

Administrador HDM - Resumen del Proyecto

Nombre de la Corrida: EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO
 Fecha de la Corrida: 16/02/12
 Nombre de la Carretera: Carretera Huaura-Sayan-Churín
 Longitud de la Carretera: 104.40 Km
 Moneda: Millones de Nuevo Soles

**EVALUACION DEL PROYECTO
SEGÚN TRAMOS VIALES**

Año	Sin Proyecto					Con Proyecto					Comparación Económica		
	Costo Económico de la Agencia					Costo Económico de la Agencia					Costo de la Agencia Reducido	Costo del Usuario Reducido	Beneficio Económico Neto
	Costo de Capital	Costo de Mantenimiento	Costo Operac. Vehicular	Costo Tiempo de Viaje	Total	Costo de Capital	Costo de Mantenimiento	Costo Operac. Vehicular	Costo Tiempo de Viaje	Total			
2011	0.00	1.85	46.84	16.56	65.24	0.00	1.85	46.84	16.56	65.24	0.00	0.00	0.00
2012	4.25	1.86	49.72	17.43	73.25	9.20	1.86	49.72	17.43	78.20	-4.95	0.00	-4.95
2013	0.00	1.88	51.26	18.29	71.43	237.27	1.88	51.26	18.29	308.70	-237.27	0.00	-237.27
2014	0.00	1.90	56.54	19.34	77.78	155.08	1.49	53.43	18.60	228.60	-154.67	12.61	-142.06
2015	3.98	2.04	63.52	20.59	90.13	0.00	0.83	46.76	14.67	62.27	5.19	36.45	41.64
2016	6.53	1.93	67.59	21.67	97.71	0.00	0.83	49.13	15.41	65.37	7.62	39.29	46.91
2017	0.29	1.95	64.61	22.39	89.24	0.00	0.83	51.60	16.19	68.62	1.41	33.81	35.22
2018	0.00	1.97	70.07	23.63	95.67	0.00	0.83	54.21	17.00	72.04	1.13	38.07	39.20
2019	2.50	1.98	77.86	25.10	107.44	0.00	0.83	56.94	17.86	75.63	3.65	45.00	48.64
2020	7.15	2.00	82.21	26.42	117.79	0.00	0.83	59.82	18.76	79.40	8.32	47.80	56.13
2021	0.00	2.03	81.29	27.48	110.79	0.00	0.83	62.84	19.70	83.37	1.19	44.29	45.48
2022	10.35	2.05	89.48	29.14	131.01	0.00	0.83	66.02	20.69	87.54	11.56	51.33	62.90
2023	2.48	2.07	94.17	30.51	129.24	0.00	0.83	69.36	21.74	91.92	3.72	54.02	57.74
2024	10.38	2.10	95.71	31.93	140.11	0.57	0.83	72.87	22.83	97.11	11.07	53.03	64.10
2025	0.00	2.12	99.72	33.34	135.19	2.96	0.84	76.56	23.99	104.34	-1.67	54.59	52.92
2026	2.48	2.15	108.84	35.29	148.76	0.00	0.83	80.41	25.19	106.43	3.80	62.16	65.96
2027	4.59	2.18	111.10	36.96	154.83	0.00	0.83	84.49	26.46	111.78	5.94	61.59	67.53
2028	2.57	2.21	116.90	38.77	160.45	0.00	0.83	88.93	27.80	117.56	3.95	64.68	68.63
2029	10.29	2.24	126.24	40.90	179.67	0.00	0.83	93.74	29.21	123.78	11.70	71.64	83.34
2030	0.00	2.28	124.89	42.48	169.65	-79.46	0.83	98.88	30.69	50.94	80.90	65.82	146.72
Promedio													
Total (0.0 %)	67.85	40.78	1,678.56	558.20	2,345.39	325.62	20.40	1,313.79	419.05	2,078.86	-237.40	836.18	598.78
Total (10.0 %)	26.37	18.52	669.03	224.27	938.19	308.92	11.10	544.86	177.49	1,042.37	-275.14	285.40	10.26
VPN del Proyecto al 10.00 % de Tasa de Descuento:					10.26								
Tasa Interna de Retorno del Proyecto (%):					10.43%								
Beneficio / Costo :					1.04								

Información Base: Corridas del HDM 3

3.3. EVALUACIÓN SOCIAL MEDIANTE HDM 4

Hasta el momento se ha recogido la evaluación social efectuada para el proyecto mediante el uso del HDM3, en el Anexo 1 se presentan los datos de entrada, así como los reportes de salida productos de la evaluación.

Para efectuar la evaluación con HDM 4 se procuró considerar los mismos datos de entrada que los empleados para el evaluación con HDM3, aun cuando la cantidad de datos requeridos por el HDM 4 son mayores, salvo en esos casos se tomaron valores calculados por defecto por el modelo o a criterio del autor.

Dada la estructura del HDM 4 diferente a su versión predecesora, la secuencia de ingreso de datos responde al siguiente esquema:



Figura N° 8. Secuencia de ingreso de datos al HDM 4

3.3.1 Configuración

En este módulo se ingresa información de la unidad monetaria, zona climática, datos agregados de tramo, modelo de tránsito, y velocidad - capacidad,

Respecto al tipo de moneda la unidad utilizada para la evaluación del proyecto en estudio fue la moneda local es decir nuevos soles.

La información de la zona climática responde a las características de un clima árido de zona costera del Perú.

Respecto a los datos agregados de tramo no se ha modificado ningún dato puesto que estos son valores por defecto que se toman cuando no se cuenta con la información del tramo y en el proyecto en estudio si se cuenta con la información relevante de los tramos.

El modelo de tránsito utilizado en el interurbano donde también se han conservado los valores por defecto.

En cuanto al modelo de velocidad/capacidad se ha considerado el tipo de carretera de 2 carriles estándar.

3.3.2 Flota vehicular

En este módulo se ingresa la información del parque vehicular típico que se utiliza para el proyecto.

Los datos se ingresan por cada tipo de vehículo y se recogen de la información que publica la OPI del sector (Parámetros requeridos y opcionales para el uso del HDM – Noviembre 2010) y que también se han considerado para la evaluación mediante el HDM3.

Para el presente proyecto la flota vehicular está compuesta por los siguientes vehículos: auto, pick-up, bus, camión ligero, camión mediano, camión pesado y camión articulado.

Cabe mencionar que esta flota es la misma que maneja el HDM3 con la limitación de no admitir más tipo de vehículos, limitación que ha sido salvada en el HDM4, sin embargo para fines de hacer comparables las evaluaciones se ha considerado la misma estructura e información del parque de vehículos típico.

La información del detalle de cada tipo de vehículo se presenta en el Anexo 2: Datos de entrada y resultados de salida del HDM 4.

3.3.3 Red de Carreteras

Este módulo tiene por finalidad caracterizar al conjunto de tramos y segmentos homogéneos que conforman el proyecto.

Para el proyecto en estudio se han definido siete tramos homogéneos de carretera que se citan a continuación:

Cuadro N° 27. Tramos que conforman el proyecto

Tramos	Descripción de tramos	Progresivas	Longitud (Km.)
1	Km. 0+000 – Km. 7+000	Km. 0+000 - Km. 7+000	7.000
2	Km. 0+000 – Km. 17+000	Km. 7+000 - Km. 17+000	10.000
3	Km. 17+000 – Dv. Andahuasi	Km. 17+000 - Km. 40+500	23.500
4	Dv. Andahuasi - Sayán	Km. 40+500 - Km. 44+500	4.000
5	Sayán - Dv. Cochamarca	Km. 44+500 - Km. 60+000	15.500
6	Dv. Cochamarca – Puente Tingo	Km. 60+000 - Km. 99+300	39.300
7	Puente Tingo - Churín	Km. 100+660 - Km. 105+740	5.080

Fuente: Estudio de Factibilidad

Cabe mencionar que para el análisis comparativo efectuado en el capítulo IV, se ha considerado el tramo 6: Km.60+000 - Km.99+300.

3.3.4 Estándares de trabajo

En este módulo se determinan los estándares que pueden ser de dos tipos: de conservación y de mejora. Los estándares de conservación como su mismo nombre lo dice comprenden actividades relacionadas al mantenimiento de la vía, esta colección de actividades a ejecutarse bajo unas condiciones predefinidas configura un estándar de conservación o también denominada “política de conservación”.

En cuanto al estándar de mejora, comprende actividades de intervención mayor que pueden ser ampliaciones de calzada, mejora sustancial en alguno de los componentes de la vía como el alineamiento (horizontal y vertical), en la superficie de rodadura como pasar de una vía no pavimentada a una de superficie asfáltica, rehabilitaciones,

construcción de tramos nuevos, entre otros. Comprende la inversión propiamente dicha del proyecto.

En el tramo en análisis se plantearon 2 estándares de conservación, el primero para la situación Sin Proyecto, es decir para una superficie de tierra, y la segunda para una superficie asfaltada cuando el proyecto entra a su etapa de operación.

Para el primer estándar de conservación se contemplaron actividades de mantenimiento rutinario, bacheo y reposición de grava; para el estándar de conservación en la superficie asfaltada se consideró las actividades de mantenimiento rutinario, bacheo, sello y refuerzo.

Cabe mencionar que estos estándares se han planteado de la misma manera en la evaluación con HDM3, igualmente para fines de hacer los análisis comparables.

Para el caso del estándar de mejora se consideró un mejoramiento del tramo con una superficie de carpeta asfáltica.

3.3.5 Herramienta Proyecto

En este punto se define la estructura de la evaluación del proyecto, la secuencia de ingreso de datos es la siguiente:

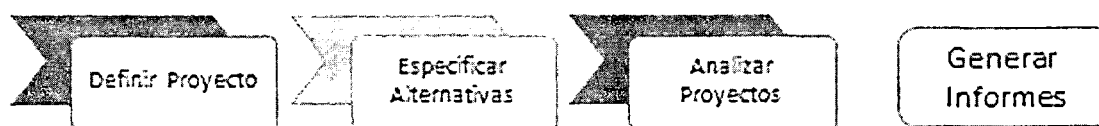


Figura N° 9. Secuencia de ingreso de datos a la herramienta Proyecto del HDM 4

En la **definición del proyecto** se ingresa como primer paso los datos como el periodo de evaluación, la red de carreteras, el parque de vehículos y la moneda de salida. Toda esta información se usa de lo que fue creado en los pasos anteriores.

Como segundo paso se ingresan los tramos que conforman el proyecto a evaluar, en el caso del análisis a realizar solo comprende al tramo 6.

El paso 3 consiste en seleccionar los vehículos típicos que conformaran el parque del proyecto en evaluación, que como se mencionó anteriormente está referida a 7 vehículos tipo.

Como paso 4 se ingresa la composición del tráfico normal de los tramos en cuestión. La forma de ingresar esta información es mediante la composición porcentual del IMD de cada tramo, puesto que en el módulo de red de carreteras previamente se ingresó la información del IMD de cada tramo.

En esta parte también se ingresan las tasas de crecimiento con la cual se proyectarán los valores del IMD. Estos datos de ingreso provienen del estudio de tráfico en el cual se determinó el IMD del tramo así como sus tasas de crecimiento tanto para el tráfico de pasajeros como el de carga, y constituye la misma información que se ingresó en la evaluación con el HDM3.

La secuencia de ingreso de información en este módulo continúa con **“especificar alternativa”**, que es el punto en el cual se define la situación base y situación Con Proyecto que constituyen las alternativas a evaluar, en la cual se ha denominado a la situación Sin Proyecto como “Base” y a la Situación Con Proyecto como “Mejoramiento”.

A cada alternativa se le asigna sus respectivos estándares ya sea de conservación o mejora, según sea el caso. Para el presente análisis la definición de alternativas se resume en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 28. Estándares de conservación y mejora por alternativa

Alternativa	Descripción
Base	Comprende la aplicación del estándar de conservación "mantenimiento mínimo", que es básicamente un mantenimiento a la vía sin pavimentar con actividades de mantenimiento rutinario, bacheo y reposición de grava.
Mejoramiento	Comprende la aplicación de un estándar de mejora (principalmente pasar de una superficie sin pavimentar a una pavimentada con concreto asfáltico, realizando además mejoras en la sección transversal y en el alineamiento de la vía) y después de este la aplicación de un estándar de conservación que consiste en actividades de mantenimiento de una vía pavimentada como mantenimiento rutinario, bacheo, sello y refuerzo.

Como siguiente punto se ingresa la información del submodulo "**analizar proyectos**", en el cual se indica la alternativa que constituye la base sobre la cual se comparan todas las demás (situación base), así como la tasa de descuento y la carpeta hacia donde se exportarán los datos de ejecución.

Vale la pena aclarar que la tasa de descuento vigente a la fecha en la cual se hizo la evaluación fue de 10%, y para fines comparativos se utiliza la misma tasa, no obstante el valor normado que rige en la actualidad es del 9%.

Con todos estos pasos realizados se ejecuta el análisis y finalmente se revisan los reportes de resultados en el submodulo "generar informes".

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El análisis a realizar de los resultados se hará sobre un tramo del proyecto, puesto que no todos los tramos presentan las mismas características tanto en la situación actual como en la situación proyectada, además de otras variables que inciden en la evaluación siendo la principal de ellas el tráfico.

Del proyecto en estudio se consideró analizar el tramo que presenta mejores indicadores de rentabilidad económica, es decir el tramo 6 (Con un VAN de S/. 20.562 millones). Además de que este tramo considera pasar de una carretera de superficie afirmada a una de superficie asfaltada. Así, el tráfico del tramo 6: Km.60+000 - Km.99+300 tiene la siguiente composición:

Cuadro N° 29. IMD del tramo en análisis

Tipo vehículo	Tráfico Normal	% del IMD	% veh. Pasajeros/carga
Automóvil	54	17.5%	66.2
Utilitario	120	39.0%	
Bus	30	9.7%	
Camión 2 ejes	40	12.9%	33.8
Camión 3 ejes	2	0.7%	
Camión 4 ejes	1	0.4%	
Articulados	61	19.9%	
Total	308		77

Fuente: Estudio de Factibilidad

Como se puede apreciar, el 66% del tráfico normal corresponde a vehículos de pasajeros, mientras que el restante corresponde a vehículos de transporte de carga. La política de construcción⁴ en el presente tramo implica un mejoramiento de la geometría de la vía con una ampliación de calzada a dos carriles con un ancho de calzada de 6.00 m. y bermas de 0.80 m, así como mejoramiento de la pendiente promedio que pasa de un valor de 60.2 a 32.6 m/km; respecto a la curvatura horizontal no se presentan modificaciones. En cuanto a la superficie de rodadura en este tramo se contempla un mejoramiento con un pavimento de carpeta asfáltica en caliente de 75 mm. de espesor.

⁴ Política de construcción es el término usado por HDM3 equivalente a lo que el HDM4 denomina estándar de mejora.

Esta propuesta se ha podido verificar en los datos de entrada al HDM3 comparando los "datos de carretera" para el tramo 6, con la "política de construcción" para el mismo tramo.

En el siguiente esquema se han resaltado las variables que están sufriendo cambios así como las secciones transversales para cada una de las situaciones (Sin y Con Proyecto).

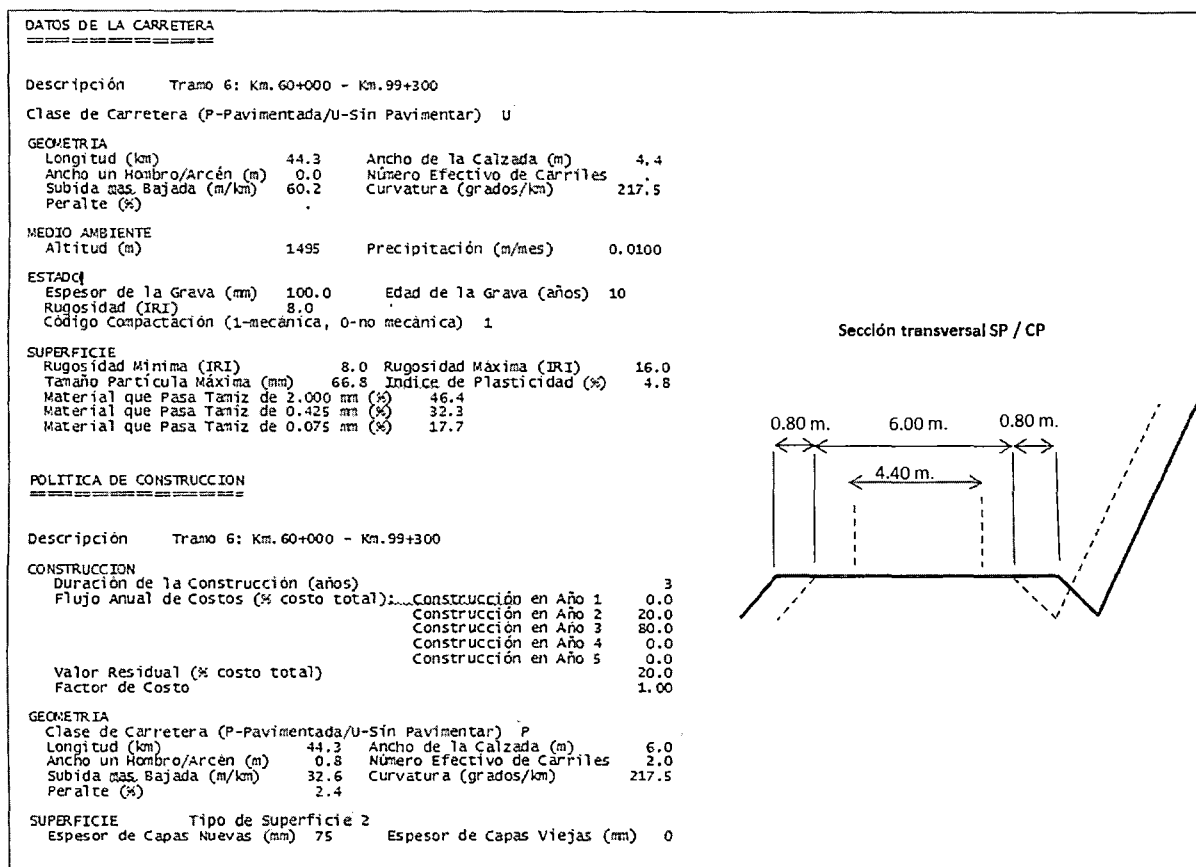


Figura N° 10. Comparación de secciones transversales en situaciones Sin y Con Proyecto

El año en el cual se aplicará esta política de construcción será en el 2012 y su duración será de 3 años con el siguiente avance: 0% en el primer año, 50% en el segundo y 50% en el tercer año, es decir recién en el año 2015 entraría en operación este tramo. Esta secuencia de ejecución y programación en el tiempo se recoge del planteamiento de políticas y estrategias seguidas en el estudio de factibilidad y que se reflejan en los datos de ingreso del HDM3.

En consecuencia de lo indicado, el tráfico generado que ha sido considerado como un 20% del tráfico normal, aparecería recién en el año 2015 y a partir de ese año se empezaría a proyectar con una tasa de crecimiento anual de 5%, el mismo que proviene del análisis efectuado en el estudio de tráfico.

Bajo esas consideraciones se ha efectuado la proyección del tráfico (Sin y Con Proyecto) cuyos valores se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 30. Proyección del tráfico en el horizonte evaluación para el tramo 6

TRAFICO NORMAL																				
Tipo de vehiculo	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Auto	7	7	7	8	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	14	14	15	16	17
Station Wagon	47	50	52	55	58	61	64	67	70	74	77	81	85	89	94	99	103	109	114	120
PickUp	53	56	58	61	64	68	71	74	78	82	86	91	95	100	105	110	116	121	127	134
Combi	65	68	72	75	79	83	87	92	96	101	106	111	117	123	129	135	142	149	157	164
Micro	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6
Bus 2E	30	31	33	34	36	38	40	42	44	46	48	51	53	56	59	62	65	68	72	75
Bus 3E																				
Camión 2E	40	42	44	46	48	51	53	56	59	62	65	68	71	75	79	83	87	91	96	100
Camión 3E	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6
Camión 4E	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
Semitrailers	60	63	66	70	73	77	81	85	89	93	98	103	108	113	119	125	131	138	145	152
Trailers	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
IMDA Total	308	324	340	357	375	393	413	434	455	478	502	527	553	581	610	641	673	706	742	779
TRAFICO GENERADO																				
Auto					2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
Station Wagon					12	12	13	13	14	15	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
PickUp					13	14	14	15	16	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	27
Combi					16	17	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	30	31	33
Micro					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bus 2E					7	8	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	14	14	15
Bus 3E																				
Camión 2E					10	10	11	11	12	12	13	14	14	15	16	17	17	18	19	20
Camión 3E					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 4E																			1	1
Semitrailers					15	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30
Trailers																			1	1
IMDA Total					77	80	83	86	92	95	100	105	110	116	123	128	133	143	148	156

4.1 SECUENCIA DEL ANALISIS

Como parte de la comparación de resultados, las variables a analizar se han dividido en 3 grupos bajo la siguiente secuencia:

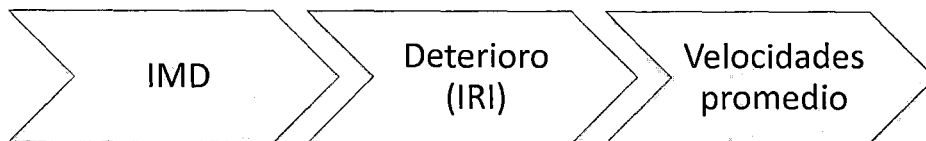


Figura N° 11. Secuencia de análisis de variables

Esta secuencia responde al orden el cual unas variables de un grupo alimentan a las del siguiente grupo para efectuar los cálculos correspondientes.

4.2 ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD)

Los datos de ingreso como IMD inicial (tomado al año 2011), tasas de crecimiento del tráfico tanto normal como generado son los mismos para ambos modelos HDM3 y HDM 4, sin embargo los resultados de las proyecciones difieren a lo largo del horizonte como se puede apreciar en el grafico siguiente:

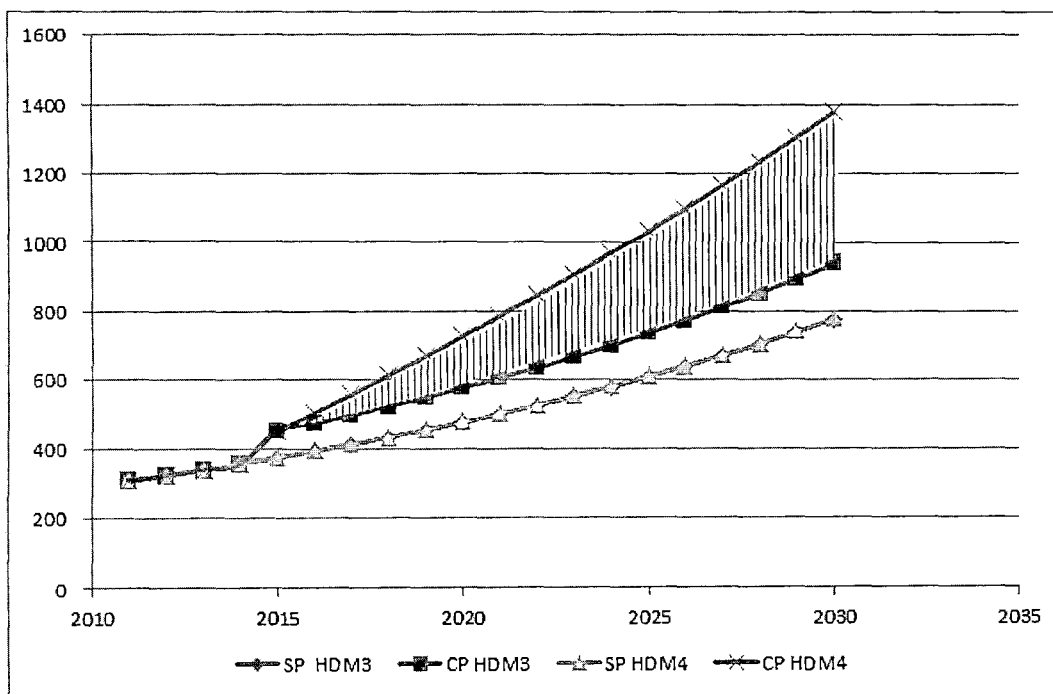


Figura N° 12. Proyección del IMD normal y generado con HDM3 y HDM 4

Se aprecia que la curva CP HDM 4 (tráfico Con Proyecto proyectado con HDM 4) crece a mayor velocidad en el tiempo que la curva CP HDM3 (tráfico Con Proyecto estimado con HDM3). La diferencia se representa gráficamente con el área achurada, esta diferencia es ocasionada por la estimación que el HDM 4 producto de los redondeos internos que aplica el modelo y que favorecen en este caso al tráfico generado. No obstante, para hacer que estos resultados sean homogéneos se efectuó un cambio en la forma de ingreso de datos al HDM 4 para el caso del tráfico generado. Cabe mencionar que solo esta diferencia ocasionaría valores diferentes en los futuros cálculos como deterioros y costos de operación vehicular y lo que se desea es que se comparen los modelos a partir de datos de ingreso similares, es decir comparar los resultados con las mismas condiciones de datos de ingreso a ambos modelos y analizar la conveniencia de uso de una u otra versión.

En tal sentido, el camino más apropiado para levantar esta diferencia es modificando la tasa de crecimiento anual del tráfico generado ingresado al HDM4 de tal modo que los valores proyectados se igualen a la proyección "real". En este caso la igualdad se cumple para la tasa de 0.85%.

Efectuada la corrida bajo esta modificación se tienen los siguientes resultados:

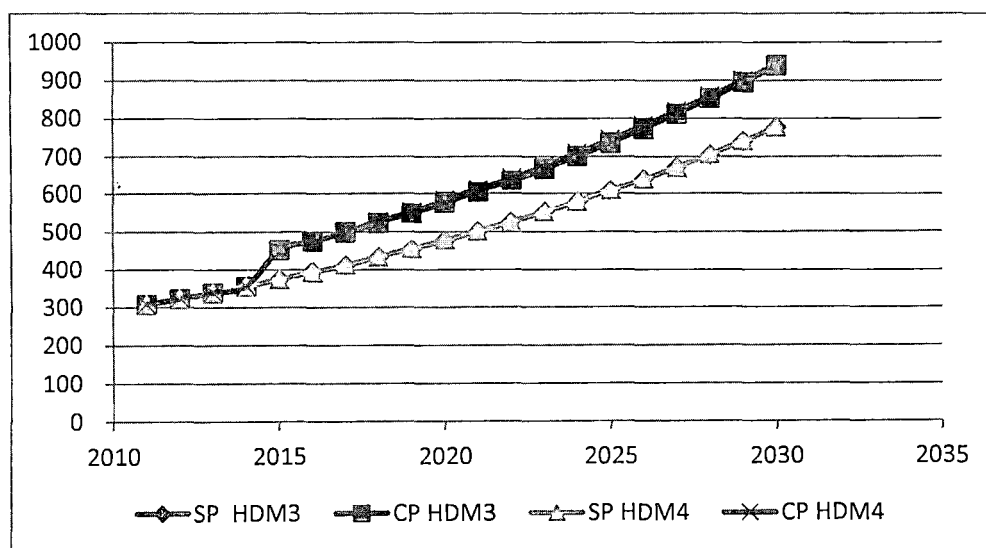


Figura N° 13. Proyección ajustada del IMD normal y generado con HDM3 y HDM 4

Como se puede notar en el gráfico, las proyecciones son similares para ambos modelos, con esto se elimina la distorsión originada por efecto de los cálculos y redondeos internos del HDM 4.

4.3 DETERIORO

De la corrida efectuada en el HDM 4 se tienen los siguientes resultados del deterioro:

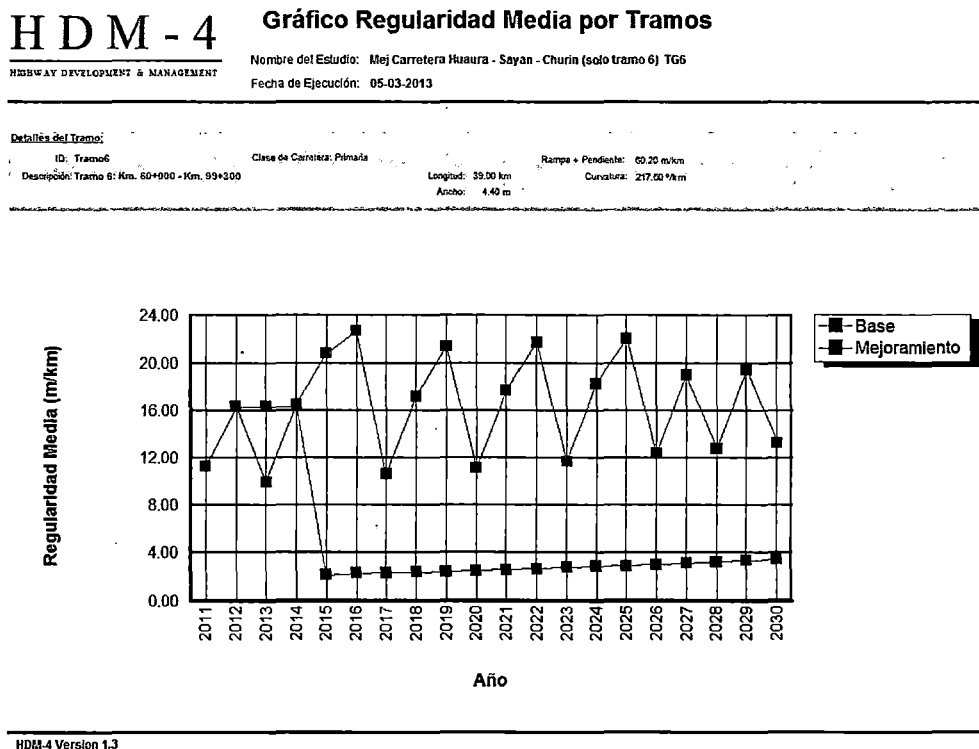


Figura N° 14. Evolución del IRI por Alternativas – HDM 4

Como se puede apreciar en la Situación Sin Proyecto se presentan variaciones “cíclicas” del IRI debido a las intervenciones realizadas cada 3 o 2 años a fin de mantener un estándar promedio de IRI 14.

En la Situación Con Proyecto, luego de aplicada la política de construcción, en el año correspondiente el IRI toma un valor de 2 y durante el horizonte va incrementándose, sin embargo no llega a alcanzar a tomar el valor de 4.

Ahora veamos la comparación de estos resultados respecto a los resultados arrojados por el HDM3:

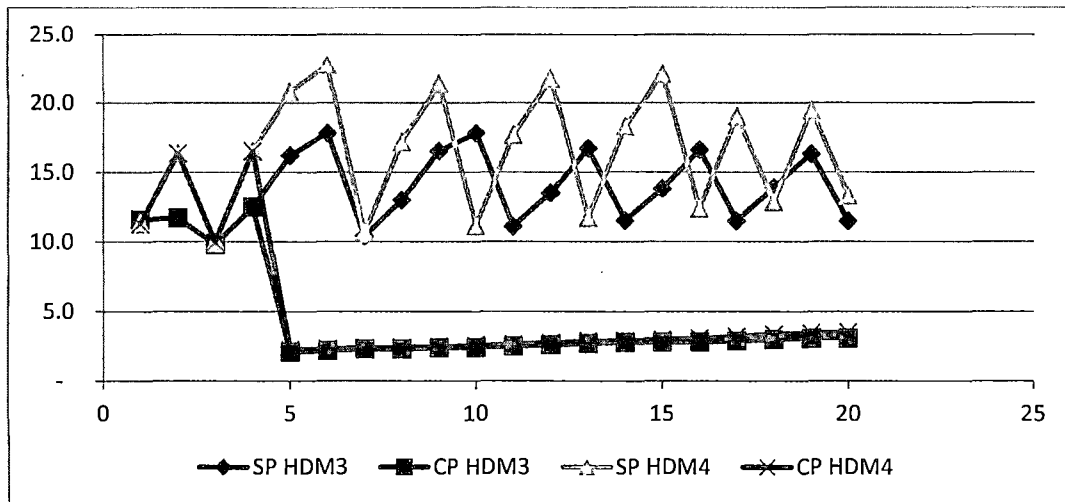


Figura N° 15. Comparación de resultados de IRI determinados mediante HDM3 y HDM 4

En el grafico anterior se observa lo siguiente:

Respecto a la situación Sin Proyecto la evolución responde a subidas y bajadas del IRI cada 3 o 4 años, eso es originado por la aplicación de las reposiciones de grava que inciden en bajar el valor del IRI. No obstante dado que la progresión del IRI (pendiente ascendente de la curva SP HDM 4) es mayor en la curva del HDM 4 que la del HDM3, ocurre un desfase en la aplicación de la actividad de mantenimiento puesto que en el primer caso se alcanzan los valores máximos permisibles de deterioro más rápido que en la modelación con HDM3.

Esta es una primera diferencia que ante las mismas condiciones, los valores de deterioro tienen en términos absolutos valores parecidos, sin embargo progresiones diferentes, eso en el caso de la Situación Sin Proyecto, es decir para una superficie no pavimentada.

En cuanto a la Situación Con Proyecto, se aprecia que no existen mayores diferencias, pues las curvas se superponen, no obstante los valores de IRI estimados mediante HMD4 son ligeramente mayores a los estimados mediante HDM3.

Estas diferencias encontradas en la Situación Sin Proyecto se van a ver reflejadas nuevamente cuando se analicen los costos de operación vehicular, puesto que la relación entre estas variables es directa, es decir, a mayor deterioro mayor costo de operación vehicular.

4.4 VELOCIDADES PROMEDIO

Esta variable se analiza para tener la certeza de que las políticas aplicadas durante el horizonte de evaluación inciden en la velocidad de circulación de los vehículos, además de verificar si estas guardan relación con el comportamiento de los deterioros observados en el punto anterior.

Para el caso del HDM 4 se obtuvieron las siguientes velocidades medias por tipo de vehículo:

HDM - 4 Velocidad media anual TM (por vehículo)

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Nombre del Estudio: Mej Carretera Huaura - Sayan - Churín (solo tramo 6)
Fecha de ejecución: 08-02-2013

Tramo: Base
Alternativa: Tramo 6: Km. 60+000 - Km. 99+300

ID tramo: Tramo6 Tipo carret: Primaria
Longitud: 39.00 km Ancho: 4.40 m Rampas+Pendiente: 60.20 m/km Curvatura: 217.50 %/km

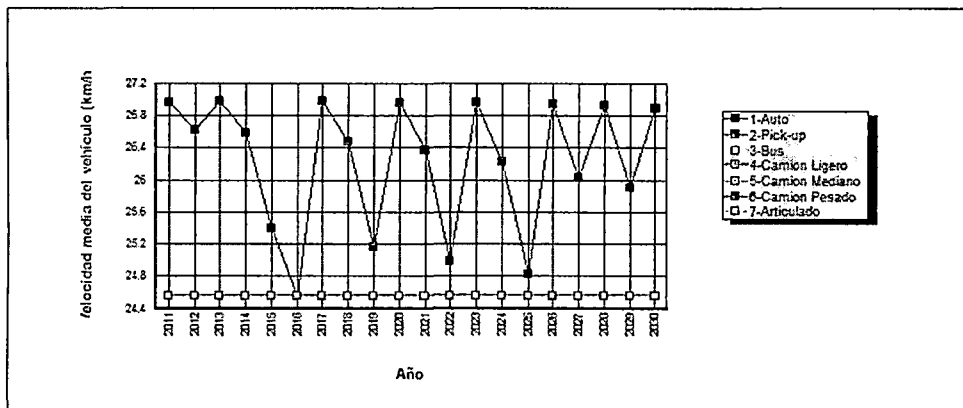


Figura N° 16. Velocidad media por tipo de vehículo (km/h), situación base - HDM 4

En el grafico se aprecia que a excepción del auto, los vehículos circulan a una velocidad promedio de 24 km/h que es una velocidad dada en la situación presente, es decir cuando no se tiene proyecto. Respecto al vehículo auto, se presentan variaciones en su velocidad promedio cambiantes año a año, coincidentemente, estas variaciones responden al comportamiento del IRI en esa situación que se pudo notar en la figura N° 17, es decir que los cambios o la variabilidad en el IRI inciden en mayor medida en el vehículo de menores dimensiones como es el auto que en los demás vehículos que componen la flota vehicular.

Si bien es cierto que las variaciones de velocidad en el vehículo auto saltan a la vista gráficamente, hay que precisar que estas variaciones fluctúan entre los 24.5 y 27 km/hora, es decir se mueven en un rango de 2.5 km/hr que no es tan considerable como parece.

En la corrida con el HDM3 ante esta misma situación se presentaron los siguientes resultados:

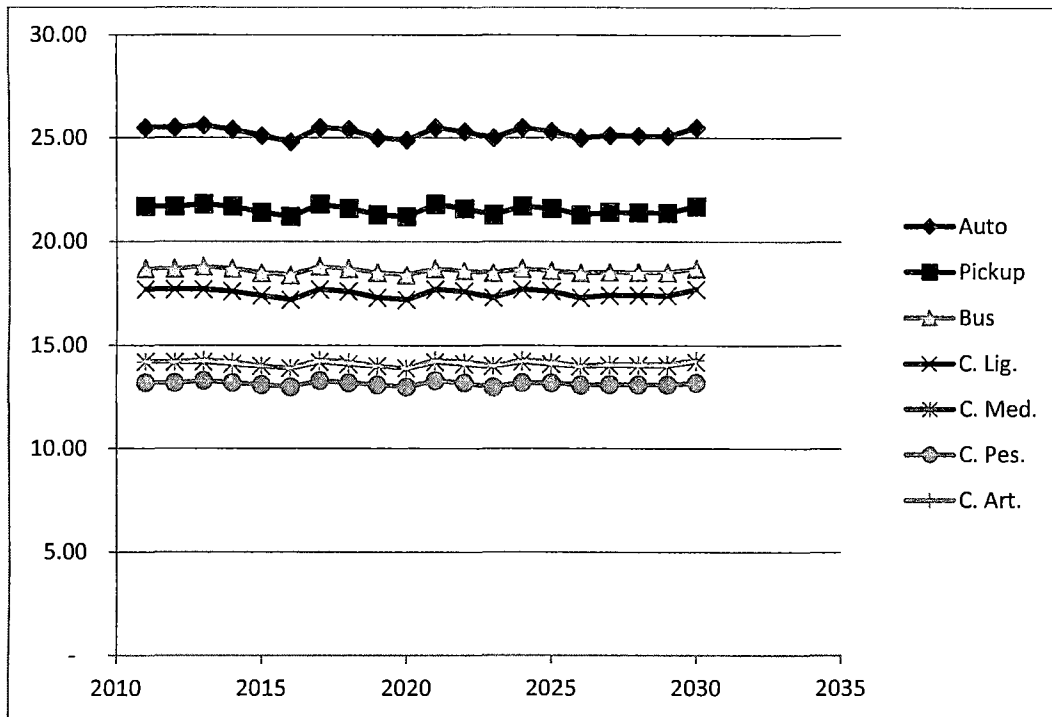
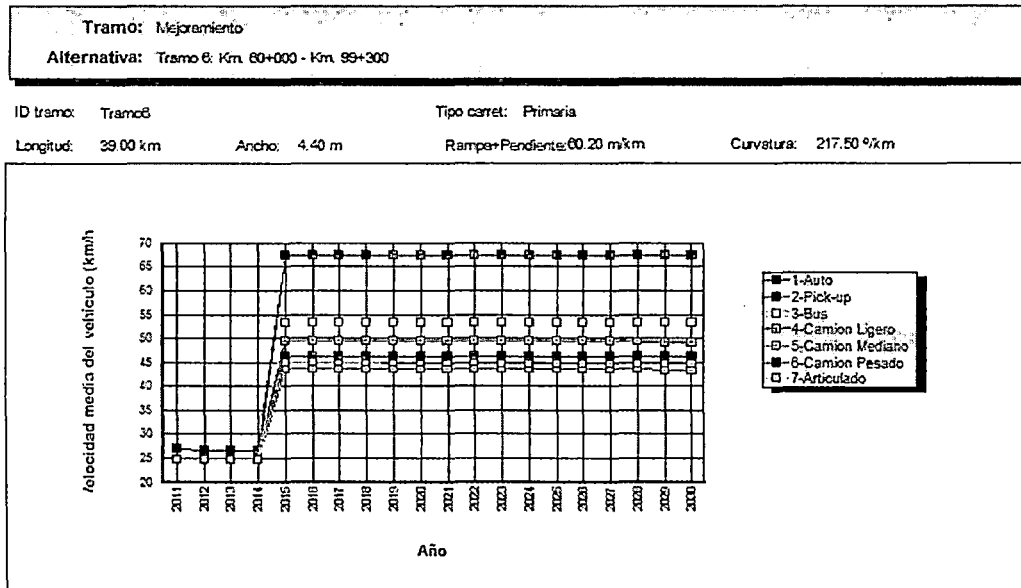


Figura N° 17. Velocidad media por tipo de vehículo (km/h), situación base - HDM 3

Vemos que en el presente caso la variación de velocidades es menor por cada vehículo, mostrado fluctuaciones menores entre un valor determinado. Por ejemplo para el Bus se tiene una velocidad promedio de 18.5 km/hora, mientras que para el camión pesado la menor velocidad de la flota. Otra diferencia respecto al HDM 4 es que cada vehículo mantiene una velocidad media diferente entre sí, siendo de menor a mayor en este orden: auto, pickup, bus, camión ligero, camión mediano, camión articulado y camiones pesados.

En cuanto a la velocidad media del parque en la Situación Con Proyecto bajo el HDM 4 se tienen los siguientes resultados:



HDM-4 Version 1.3

Página 1 de 1

Figura N° 18. Velocidad media por tipo de vehículo (km/h), situación Con Proyecto - HDM 4

En este caso se muestran diferentes velocidades por cada vehículo una vez realizado el proyecto. Se aprecia que ocurre un salto del año 2014 al 2015 que es el año en que se culmina el proyecto. Se tiene velocidades que van desde los 67 km/hora para el auto hasta los 44 Km/hora para el camión mediano.

De la evaluación realizada con HDM3 se tienen los siguientes resultados

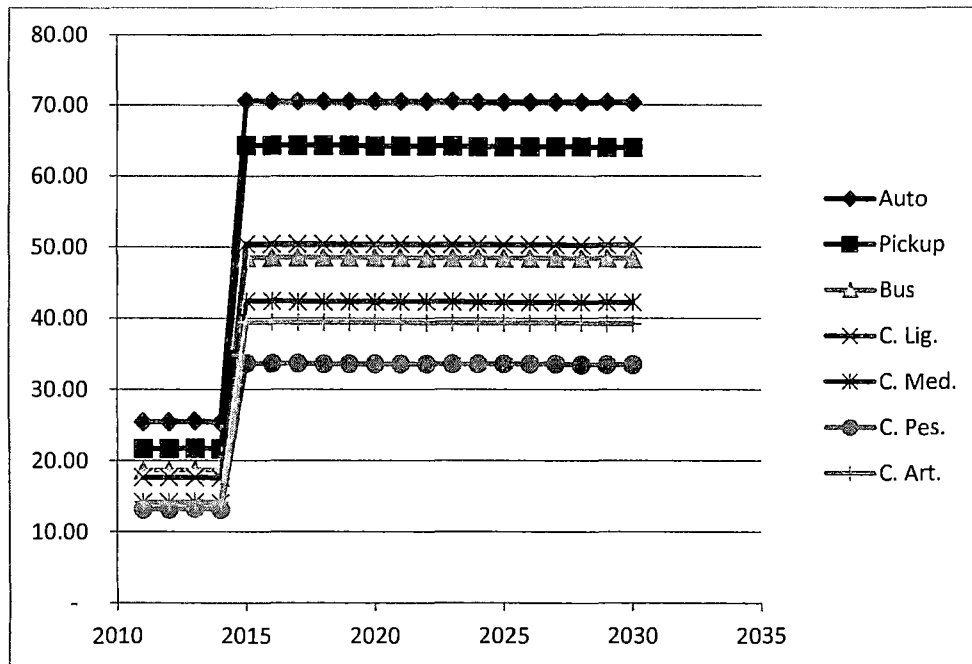


Figura N° 19. Velocidad media por tipo de vehículo (km/h), situación Con Proyecto - HDM 3

En este caso también se registra un salto como producto del proyecto, sin embargo la máxima velocidad es registrada por el auto con 70 km/hora, y la mínima por el camión pesado con 33 km/hora.

Asimismo, se han analizado las variaciones de velocidad Sin Proyecto versus Con Proyecto por cada tipo de vehículo y por cada modelo HDM3 o HDM 4, obteniéndose los siguientes resultados.

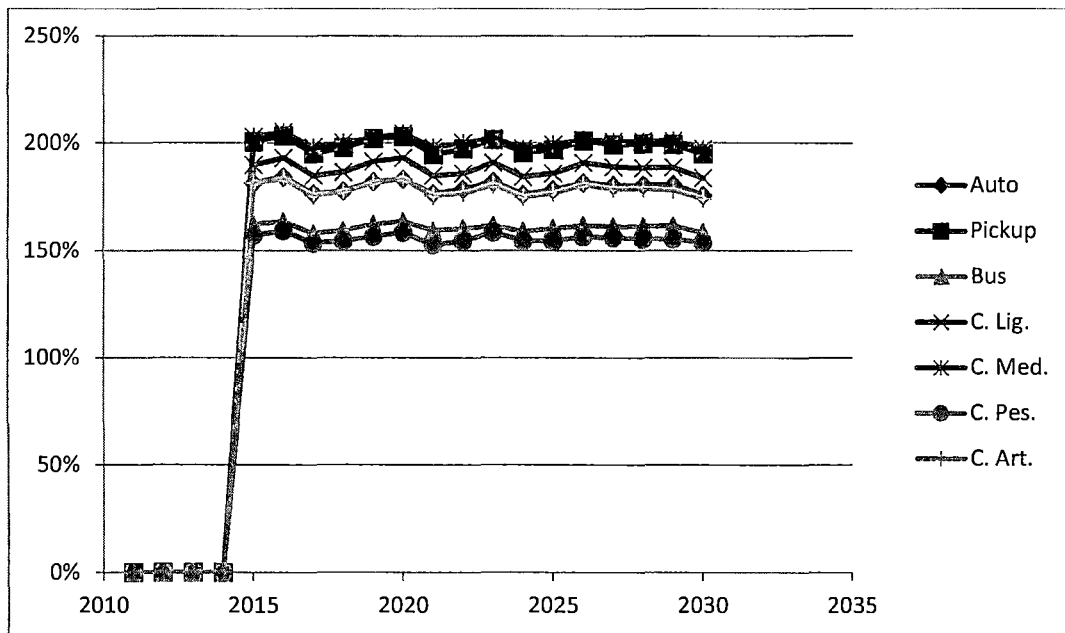


Figura N° 20. Variación porcentual de velocidades - HDM 3

Como se puede apreciar en este gráfico, las variaciones van desde valores de 150% hasta un máximo de 200%.

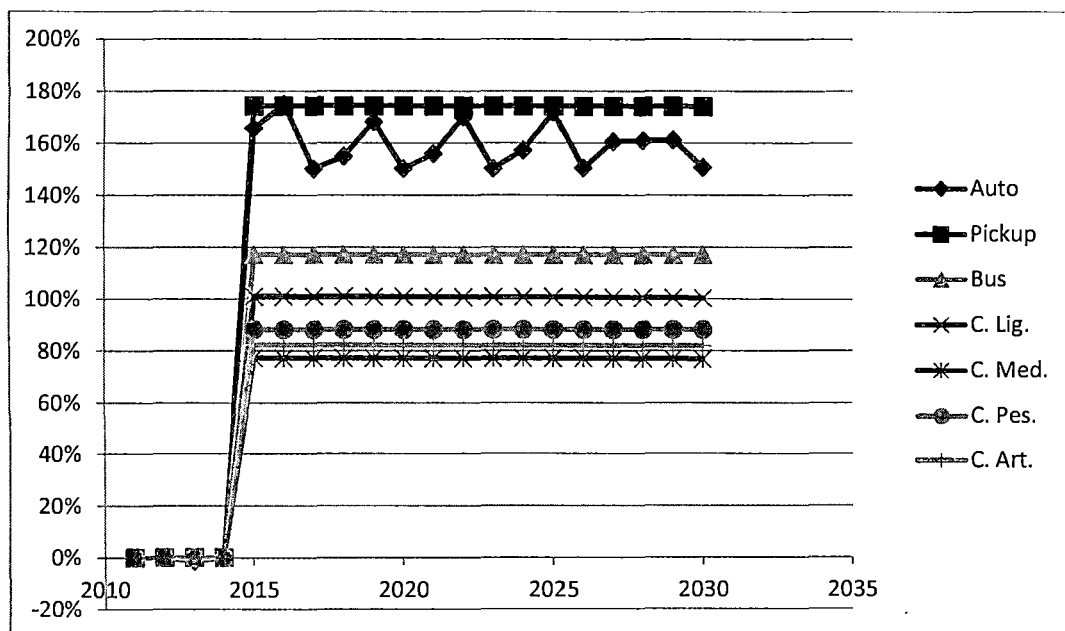


Figura N° 21. Variación porcentual de velocidades - HDM 4

En este caso los incrementos de velocidades como producto del proyecto son menores que los obtenidos con el HDM3, el rango de incremento va desde el 77% hasta un 174%.

4.5 COMPARACION DE FLUJO DE COSTOS

Como segunda secuencia de variables a analizar se tienen los flujos de costos, tanto de operación vehicular como de tiempo de viaje que conforman en conjunto los costos de los usuarios de transporte, así como los costos de capital y recurrentes que conforman los costos de la Agencia. Finalmente los costos totales compuestos por la suma de ambos flujos de costos.

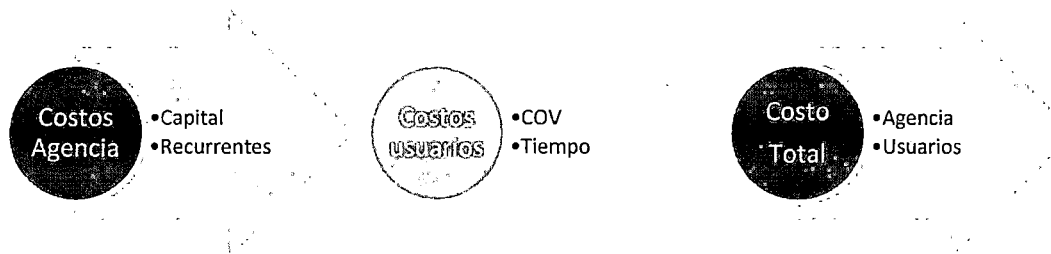


Figura N° 22. Secuencia de análisis de flujos de costos

4.6 COSTOS DE LA AGENCIA

4.6.2 Costos de Capital

Proviene de la aplicación las políticas de construcción (inversión), además de algunas actividades de conservación mayor como refuerzos o reposiciones de grava, para el caso de pavimentos pavimentados y no pavimentados respectivamente.

De la comparación de estos flujos de costos tenemos el siguiente resultado:

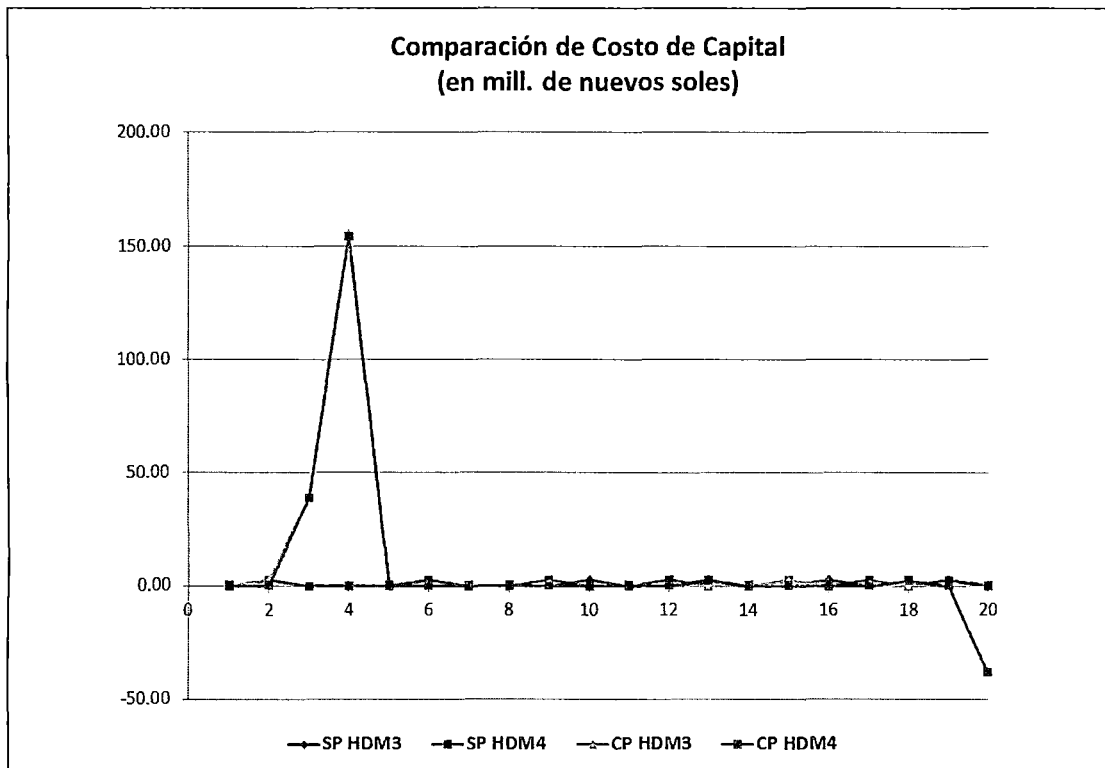


Figura N° 23. Comparación de flujo de costos de capital

En el grafico se aprecia que no existe mayor diferencia entre los valores de costos de capital, no obstante se puede distinguir la misma frecuencia que está asociada a la aplicación de reposiciones de grava para el caso de la Situación Sin Proyecto. En cuadro siguiente se observa esta diferencia numérica.

Cuadro N° 31. Flujo de costos de capital
(Millones de nuevos soles)

Año	SP HDM3	SP HDM4	CP HDM3	CP HDM4
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.48	2.46	2.48	0.00
3	0.00	0.00	38.77	38.47
4	0.00	0.00	155.08	153.90
5	0.00	0.00	0.00	0.00
6	2.48	2.46	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	2.46	0.00	0.00
10	2.48	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	2.46	0.00	0.00
13	2.48	0.00	0.00	1.86
14	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	2.46	1.88	0.00
16	2.48	0.00	0.00	0.00
17	0.00	2.46	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	1.86
19	2.48	2.46	0.00	0.00
20	0.00	0.00	-38.77	-38.47

4.6.3 Costos recurrentes

Son los costos asociados a las actividades de conservación menor como mantenimiento rutinario, bacheos, perfilados y sellos.

La comparación de estos costos se presenta en el siguiente gráfico:

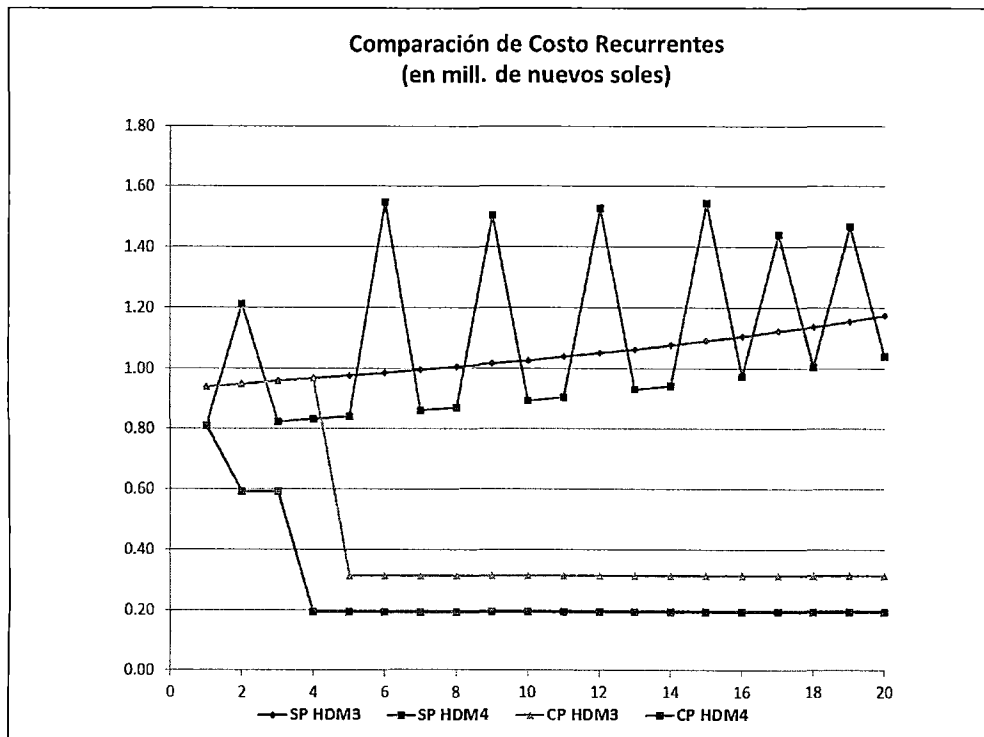


Figura N° 24. Comparación de flujo de costos recurrentes

Estos costos están asociados a la progresión de los deterioros, por ese motivo en el caso de la situación Sin Proyecto para la curva del HDM 4 se muestra la misma tendencia que presenta en los deterioros lo cual es razonable. Para la situación Con Proyecto se aprecia que los costos en el horizonte son diferentes, como diferentes también lo son los respectivos deterioros. En conclusión, se aprecia la dependencia de estos costos con los deterioros determinados.

4.7 COSTOS DE LOS USUARIOS

Formados por los costos de operación vehicular y costos de tiempo de viaje, los cuales constituyen las variables más relevantes en cuanto a estimación de beneficios se refiere toda vez estos derivan del ahorro de recursos en materia de estos costos.

4.7.1 Costos de operación vehicular (COV)

Como primer punto se muestra la comparación de costos de operación vehicular que responde a la siguiente gráfica:

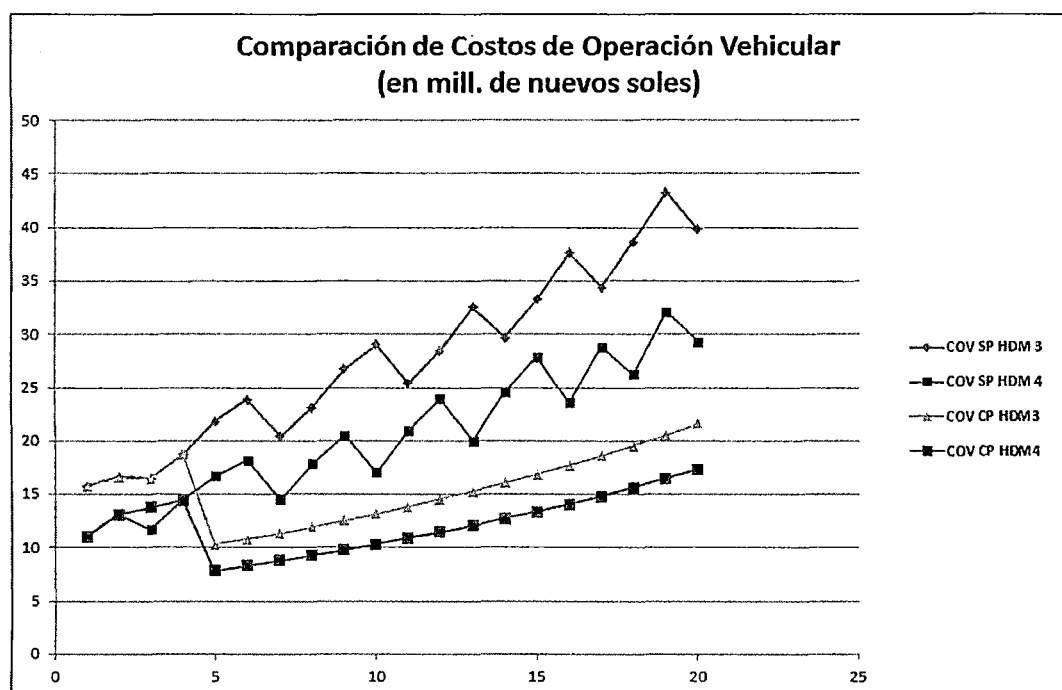


Figura N° 25. Comparación de flujo de COV

En este caso se aprecia que las tendencias también responden a las correspondientes variaciones del IRI, por ejemplo en la situación Sin proyecto, en la medida que avanza el tiempo los costos empiezan a subir, hasta un momento en que descienden como producto de aplicar una política de mantenimiento “mayor” como es en este caso las reposiciones de grava. Asimismo, se aprecia que los valores estimados con HDM 3 son mayores que los estimados con HDM 4, tanto para la situación Sin Proyecto como para la Situación Sin Proyecto. Esta es la diferencia ms relevante puesto que marca la distancia entre los COV estimados mediante una u otra versión, que posteriormente se reflejará en los beneficios del proyecto.

No obstante, en evaluación de proyectos los beneficios resultan de la comparación de costos entre la situación Sin y Con Proyecto, más allá de si estos valores son mayores o menos por tal o cual versión, en síntesis lo que más debe preocupar es la diferencia de costos que se representa por la distancia en un determinado momento entra las curvas SP vs. CP. Para efectuar este análisis adicional elegimos un punto cualquiera de la curva, por ejemplo el año 20, a ese año estimamos el diferencial entre las curvas SP vs. CP tanto para HDM3 como HDM 4. En el siguiente grafico se representa el ejemplo en cuestión.

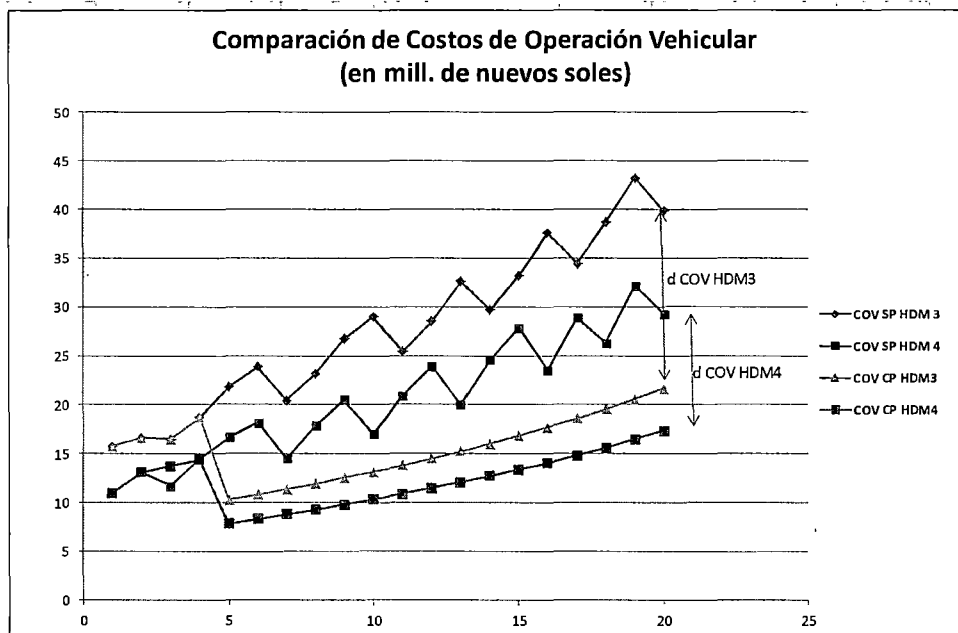


Figura N° 26. Comparación de flujo de COV – año 20

Para el presente ejemplo se determinó que con HDM3 se tiene un diferencia de costos de 18.18 y de 11.95 millones de soles con HDM 4, esto significa que el beneficio por este rubro determinado con HDM3 es mayor en 1.5 veces que con HDM 4, eso debido a las diferencias de COV encontradas y a la diferencia incremental.

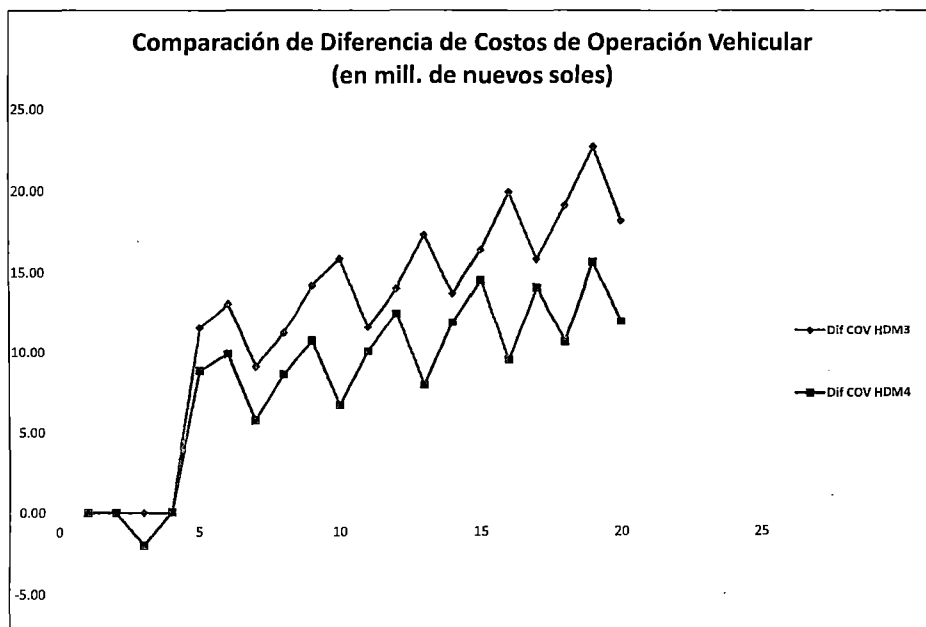


Figura N° 27. Comparación de beneficios por COV

Otra forma de cuantificar estas diferencias sería traer a valor presente estas diferencias y compararlas. A continuación se muestran los cálculos respectivos:

Cuadro N° 32. Diferencias en Flujo de Costos de Operación Vehicular
(en millones de nuevos soles)

Año	COV SP HDM 3	COV SP HDM 4	COV CP HDM3	COV CP HDM4	Dif COV HDM3	Dif COV HDM4
1	15.786	11.03	15.786	11.03	0.00	0.00
2	16.609	13.10	16.609	13.10	0.00	0.00
3	16.526	11.73	16.526	13.76	0.00	-2.02
4	18.725	14.50	18.725	14.44	0.00	0.06
5	21.797	16.68	10.296	7.84	11.50	8.84
6	23.878	18.20	10.818	8.31	13.06	9.89
7	20.455	14.51	11.363	8.79	9.09	5.72
8	23.141	17.89	11.936	9.28	11.21	8.61
9	26.721	20.51	12.539	9.80	14.18	10.71
10	29.008	17.04	13.171	10.34	15.84	6.70
11	25.375	20.95	13.836	10.89	11.54	10.06
12	28.513	23.92	14.535	11.48	13.98	12.45
13	32.566	20.03	15.27	12.09	17.30	7.94
14	29.72	24.58	16.043	12.72	13.68	11.86
15	33.247	27.88	16.86	13.37	16.39	14.50
16	37.609	23.56	17.7	14.06	19.91	9.50
17	34.404	28.88	18.596	14.80	15.81	14.07
18	38.639	26.28	19.535	15.63	19.10	10.64
19	43.256	32.12	20.545	16.50	22.71	15.62
20	39.827	29.31	21.651	17.35	18.18	11.95
				VAC	82.36	56.28

El indicador VAC (Valor Actual de Costos), representa el valor presente del flujo de costos incrementales tanto para HDM3 como HDM 4 (columnas Dif COV HDM3 y Dif COV HDM 4). En este caso la relación entre una y otra es de 1.46, es decir los beneficios por COV estimados con HMD3 son mayor en 46% a los estimados con HDM 4, y esa diferencia para efectos de evaluación de proyectos es más que relevante, en algunos casos puede definir la decisión de ejecutar el proyecto (que sea rentable), puesto que estamos hablando de uno de los rubros de beneficios más importantes en proyectos de vialidad interurbana. Otra manera de expresar estos

resultados sería que los beneficios por ahorro en COV son 32% menores utilizando HDM4.

4.7.2 Costos de tiempo de viaje

Representa el segundo rubro más importante en lo que a estimación de beneficios se refiere. Como primer punto de análisis se muestran las curvas de los flujos de costos de tiempo de viaje.

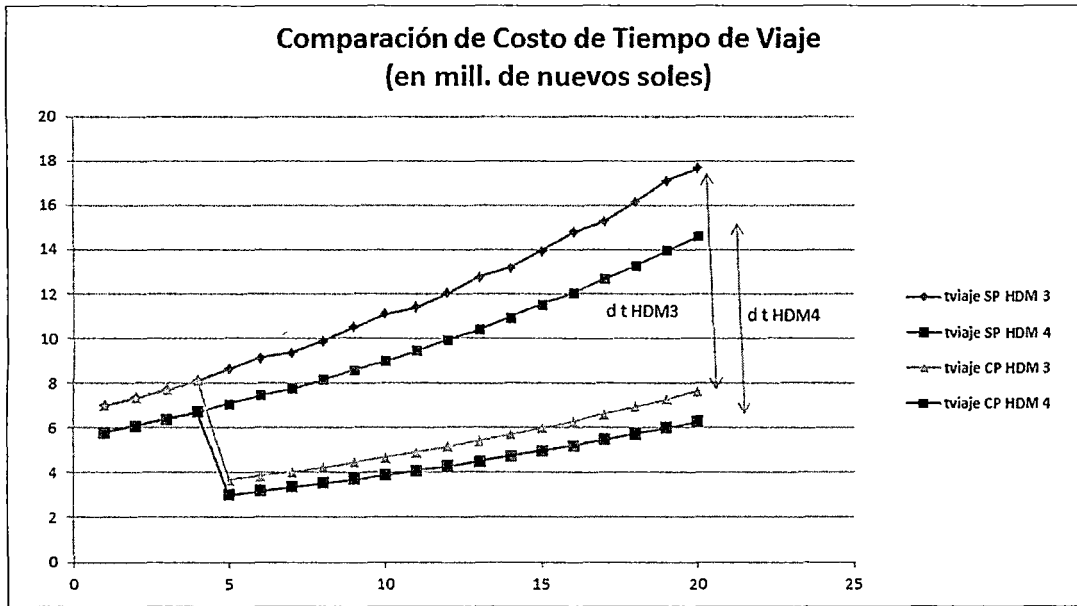


Figura N° 28. Comparación de flujos de costos de tiempo de viaje

En el presente caso vemos que guarda cierta similitud con el análisis de costos de operación vehicular, es decir, también con HDM3 se tienen costos mayores tanto para la situación SP y CP, asimismo se efectuó el análisis incremental arrojando los siguientes resultados:

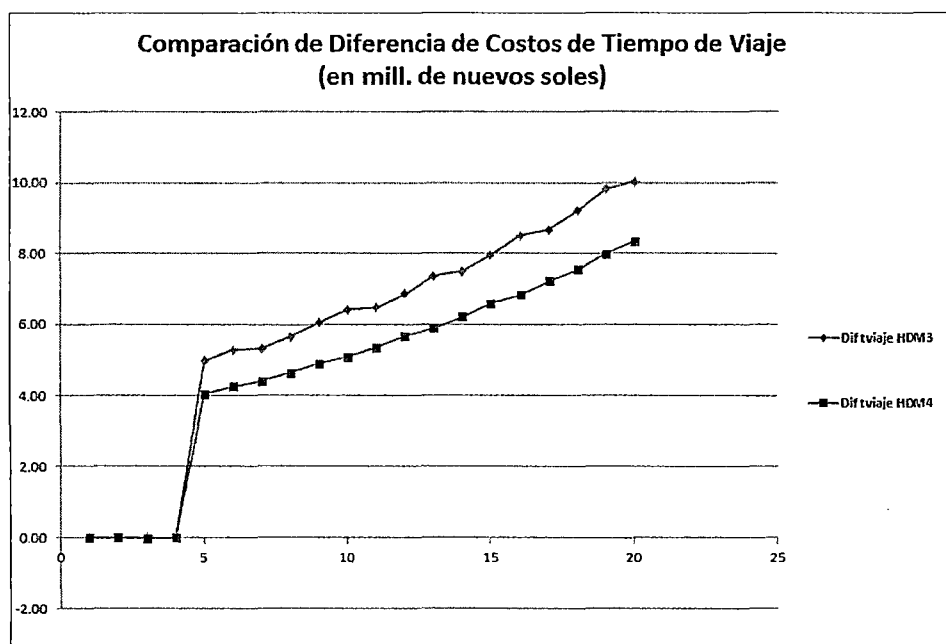


Figura N° 29. Comparación de flujos de beneficios por ahorro en costos de tiempo de viaje

Cuadro N° 33. Diferencias en los Costos de Tiempo de Viaje
(en millones de nuevos soles)

Año	tviaje SP HDM 3	tviaje SP HDM 4	tviaje CP HDM 3	tviaje CP HDM 4	Dif tviaje HDM3	Dif tviaje HDM4
1	6.998	5.79	6.998	5.79	0.00	0.00
2	7.349	6.08	7.349	6.08	0.00	0.00
3	7.69	6.38	7.69	6.39	0.00	-0.01
4	8.118	6.71	8.118	6.71	0.00	0.00
5	8.635	7.07	3.667	3.02	4.97	4.05
6	9.139	7.45	3.851	3.18	5.29	4.27
7	9.357	7.76	4.044	3.35	5.31	4.40
8	9.883	8.16	4.247	3.53	5.64	4.63
9	10.512	8.60	4.461	3.71	6.05	4.90
10	11.107	8.98	4.685	3.90	6.42	5.08
11	11.388	9.45	4.921	4.09	6.47	5.35
12	12.03	9.97	5.168	4.30	6.86	5.67
13	12.783	10.39	5.428	4.51	7.36	5.88
14	13.194	10.94	5.702	4.74	7.49	6.20
15	13.937	11.54	5.99	4.97	7.95	6.58
16	14.792	12.03	6.289	5.21	8.50	6.82
17	15.274	12.67	6.606	5.46	8.67	7.21
18	16.142	13.27	6.939	5.72	9.20	7.54
19	17.104	13.98	7.288	6.00	9.82	7.98
20	17.682	14.63	7.656	6.29	10.03	8.34
			VAC		38.77	31.66

Vemos que para el HDM3 el VAC es de 37.77 millones de nuevos soles, mientras que para HDM 4 es 31.66 millones, con lo cual se concluye que los beneficios estimados por ahorro de tiempo de viaje con HDM4 son menores en 18%.

En resumen, solo por las diferencias en estimación de costos de operación vehicular tenemos 32% de diferencia y por tiempo de viaje 18%, que en suma representan variaciones importantes en los beneficios del proyecto, que como veremos más adelante inciden en los indicadores de decisión del proyecto.

4.8 COSTOS TOTALES DE TRANSPORTE

Están formados por la sumatoria de los costos de la agencia más los costos de los usuarios. Los resultados son los siguientes:

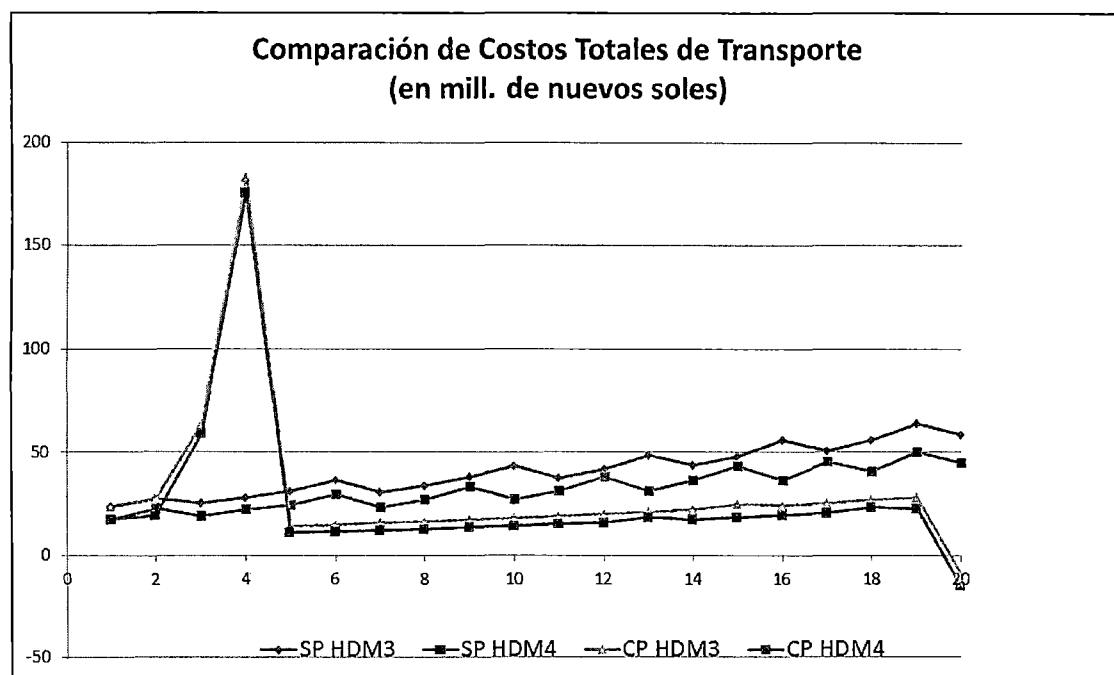


Figura N° 30. Comparación de Costos Totales de Transporte

Se aprecia como era de esperarse que la diferencia entre los costos totales SP versus CP para el HDM3 son mayores que el HDM 4, eso se explica por las diferencias anteriormente encontradas.

Finalmente se efectúa la comparación de los flujos de beneficios netos, es decir los resultantes de las diferencias de costos totales. Los resultados son los siguientes:

Cuadro N° 34. Flujo de Beneficios Netos
(en millones nuevos soles)

Año	Ben. Neto HDM3	Ben. Neto HDM 4
1	0	0.00
2	0	3.09
3	-38.77	-40.27
4	-155.081	-153.20
5	21.483	16.82
6	26.184	21.64
7	19.489	14.26
8	22.338	17.95
9	26.251	23.92
10	31.146	16.78
11	24.143	21.07
12	27.465	27.40
13	34.36	17.84
14	28.238	24.69
15	30.082	31.34
16	39.176	23.12
17	32.588	31.83
18	37.076	23.75
19	44.495	34.83
20	76.297	66.85

En este cuadro se aprecia que para el HDM3 los valores correspondiente de beneficio neto en cada periodo son mayores que para el HDM 4, por lo tanto es de esperarse que los valores de VAN también lo sean.

Para ilustrar estos resultados se presenta el siguiente gráfico:

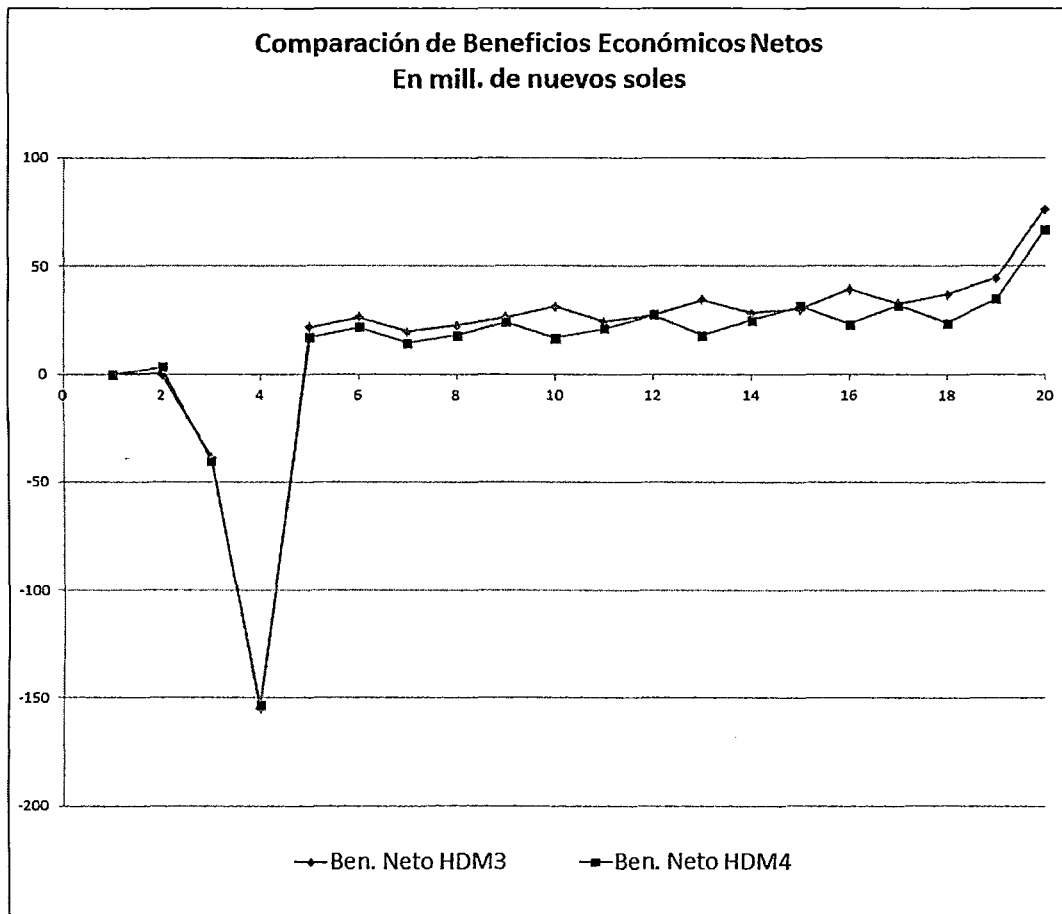


Figura N° 31. Comparación de Beneficios Económicos Netos

Los valores negativos en los años 3 y 4 representan la inversión que se realiza como objeto de las obras de mejoramiento, posteriormente los flujos son positivos pero en mayor medida para el HDM3. Esta diferencia es la que proviene de la distancia entre costos de operación vehicular y costo de tiempo determinadas en el análisis previo.

Como variable final se muestran los resultados de VAN y TIR por cada caso:

Cuadro N° 35. Flujo de beneficios netos e Indicadores de rentabilidad del proyecto
 (en millones de nuevos soles)

Año	Ben. Neto HDM3	Ben. Neto HDM4
1	0	0.00
2	0	3.09
3	-38.77	-40.27
4	-155.081	-153.20
5	21.483	16.82
6	26.184	21.64
7	19.489	14.26
8	22.338	17.95
9	26.251	23.92
10	31.146	16.78
11	24.143	21.07
12	27.465	27.40
13	34.36	17.84
14	28.238	24.69
15	30.082	31.34
16	39.176	23.12
17	32.588	31.83
18	37.076	23.75
19	44.495	34.83
20	76.297	66.85

VAN	20.56	-11.94
TIR	11.9%	8.8%

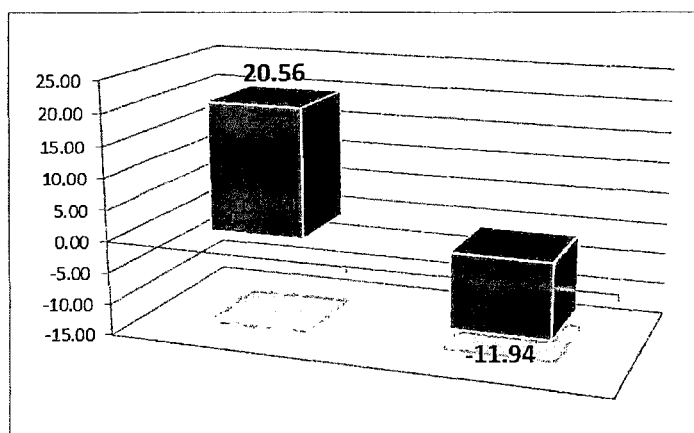


Figura N° 32. Comparación de VAN en millones de nuevos soles

4.9 COMPROBACIÓN DE LA HIPOTESIS

De acuerdo a los resultados obtenidos se comprueba la hipótesis planteada de la diferencia de beneficios por ahorro en costos de operación vehicular y tiempo de viaje que son menores en 32% y 18%, asimismo en la rentabilidad que se ve reducida en un 26% utilizando HDM 4 respecto al HDM 3.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Entre las diferencias más importantes en cuanto al uso de uno u otro aplicativo podemos mencionar las siguientes:

- i. Las proyecciones de flujo de tráfico generado para el HDM4 no necesariamente se ajustan a la realidad y va a depender del modo en que se ingresen los datos, en todo caso siempre se debe revisar el reporte de los tráficos proyectados y contrastarlos con una proyección hecha por fuera en una planilla Excel por ejemplo.
- ii. En cuanto al IRI se observa que para la Situación Con Proyecto las variaciones son mínimas, notándose valores ligeramente mayores de IRI estimado con el HDM4, sin embargo para la Situación Sin Proyecto si bien el comportamiento de las curvas es similar, los valores o picos no necesariamente son los mismos, es decir la progresión del IRI modelado con el HDM4 es mayor que la modelada con HDM3, por lo tanto los años en que se aplicarán las políticas que responden a límites de deterioro también son diferentes. Esto se explica por las diferencias en los submodelos de deterioro para superficies no pavimentadas y marca el inicio de la concatenación de diferencias en las demás variables.
- iii. Las velocidades medias de operación estimadas con HDM3 muestran valores diferenciados por cada vehículo de la flota que los integran, eso para la situación Sin Proyecto, en cambio para HDM4, el parque se mueve a una misma velocidad casi constante durante todo el horizonte de análisis, salvo el vehículo auto cuya variación depende estrechamente de las variaciones en la progresión del IRI.

Bajo esta misma óptica se analizó las velocidades en la Situación Con Proyecto (vía pavimentada) notándose una mejora sustancial de los valores reportados con HDM3 produciéndose incrementos que van del 150 al 200%, en contraste con los valores arrojados por el HDM4 que también mostraron incrementos en las velocidades de operación sin embargo estos fluctuaron en un rango del 77 al 174%.

Es decir mediante la modelación con HDM3 se obtuvieron incrementos de velocidades de operación mejores que con HDM4.

- iv. En cuanto a los costos de capital no se presentan mayores variaciones, salvo en la frecuencia de aplicación de las actividades de conservación mayor que responde a los límites permisibles fijados para el IRI. Los costos recurrentes (mantenimiento) responden a las mismas variaciones del IRI en cada caso y eso es de esperarse que suceda.
- v. Hasta aquí las diferencias encontradas en mayor o menor medida explican las diferencias que se encontraron posteriormente en la estimación de los costos de los usuarios. Es así que los Costos de Operación Vehicular muestran curvas algo similares en cuanto a tendencia, sin embargo con HDM4 se obtuvieron menores valores de Costos de Operación Vehicular dando la impresión de que las curvas sean paralelas. Estas diferencias provienen también de la raíz de los modelos, es decir la estimación de los deterioros, no obstante otra variable que pone su cuota en esta diferencia son los modelos de estimación de costos de operación vehicular y las características del parque automotor que vienen precargados en cada uno de los modelos, para HDM4 que trabaja con una flota de vehículos actualizada el uso de recursos de estos es más eficiente que las características de una flota antigua que usa HDM3.

No obstante, para la evaluación de proyectos lo que prima es la variación de costos de comparar la situación Sin y Con proyecto, es decir no basta con mirar el valor absoluto de estos sino compararlos con la situación base, de ahí es que proviene el grueso de los beneficios del proyecto.

- vi. Efectuado el análisis se llegó a la conclusión de que los beneficios por costos de operación vehicular determinados con HDM 4 son menores en un 32% a los estimados con HDM 3, eso en términos de valores presentes de costos.
- vii. Posteriormente, efectuado el mismo análisis para el valor del tiempo de viaje se llegó a la conclusión que usando HDM 4 se tienen beneficios por valor del tiempo menores en 18% que los estimados con HDM 3.

- viii. Finalmente a la luz de las diferencias encontradas en los costos de los usuarios, los indicadores económicos muestran gran diferencia, resultando el proyecto rentable usando HDM 3 (VAN de 20.56 millones de nuevos soles) y no rentable con HDM4 (VAN de -11.94 millones de nuevos soles), si se compara por el lado de la TIR, se tiene que **usando HDM 4 se obtiene una rentabilidad 26% menor que utilizando HDM 3.**
- ix. Esto último puede enfocarse desde dos perspectivas, para la agencia que elabora los proyectos, le conviene que sus proyectos sean lo más rentables posibles o por lo menos que así se vean, por lo tanto si tuviera la opción de elegir un modelo se inclinaría por el HDM3, en cambio para la agencia evaluadora de proyectos, quien debe velar por la correcta evaluación y estimación real de beneficios para la sociedad se inclinaría por utilizar HDM4, conocedores además de las ventajas de esta última versión.

No obstante, estas diferencias no se tienen claras ni se han demostrado en la práctica por estos actores, por lo tanto a la fecha se tiene indiferencia en usar uno u otro modelo. Otro factor que predomina en seguir con la versión HDM3 es que el acceso al software es más abierto que el HDM4, como también son más los usuarios que se han familiarizado con su uso durante los años que tiene vigencia la normatividad de evaluación de proyectos en el país. Si bien es cierto existen las iniciativas para masificar el uso del HDM4 tanto en su acceso al software como en la capacitación, aun se tienen grandes retos para hacer más eficiente su uso y sacarle un mayor provecho a esta herramienta como pueden ser estudios o investigaciones específicas para la calibración de los modelos de deterioro y del parque automotor, así como su aplicación en evaluación de redes de carreteras de una determinada jurisdicción a fin de contribuir a la planificación y a su gestión vial.

5.2 RECOMENDACIONES

- i. A efectos de promover el uso del HDM 4, se recomienda efectuar trabajos de calibración en sus diferentes módulos tales como parque vehicular y modelos de deterioro. A la fecha existe la información que permita realizar estas investigaciones.
- ii. Por otro lado se recomienda efectuar actualizaciones anuales a los parámetros de evaluación que publica la OPI del sector, por ejemplo datos de la flota vehicular y los insumos que configuran la estimación de costos de tiempo de viaje y operación vehicular.
- iii. Experiencias recientes en cuanto a la formulación de términos de referencia de estudios de preinversión de proyectos de vialidad interurbana, están tomando en consideración el uso del HDM4, pero basados en que su uso permite evaluar una gama más amplia de tipologías de pavimentos, por ejemplo la incorporación del análisis de pavimentos rígidos. Aprovechando esta tendencia es razonable reforzarla difundiendo las otras ventajas que toma en consideración el HDM4 y que pueden ser mejoradas y adaptadas a nuestra realidad.

BIBLIOGRAFIA

1. Bennett Christopher R., "Differences in the HDM-4 RUE Model over HDM-III", Disponible en http://www.lpcb.org/index.php/component/docman/doc_view/409-1998-comparison-of-hdm-iii-and-hdm-4-rue-modelling?Itemid=32, [fecha de consulta 05 agosto 2013].
2. Cohen, E. y Franco, R. Evaluación de proyectos sociales. Siglo veintiuno editores, 1ª Edición en español. México. 1992
3. Castro, Raúl y Mokate, Karen, "Evaluación Económica y Social de Proyectos de Inversión", Editorial Alfa y Omega, Bogotá, Colombia. 2003
4. De Solminihac, Hernan, "Gestión de Infraestructura Vial", Ediciones Universidad Católica de Chile, Chile, 2001.
5. Fontaine, Ernesto, "Evaluación Social de proyectos", 12º edición, Editorial Alfa y Omega, Bogotá Colombia. 2000.
6. Haas R., Hudson R. y Zaniewski J. P., "Modern Pavement Management". Krieger Publishing Company. Malabar, Florida. 1994.
7. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Estudio de Factibilidad del Proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura – Sayán – Churin, 2012.
8. Odoki J. B. & Kerali Henry G. R., "The Highway Development and Management Series Collection, Volume 4. Analytical Framework and Model Descriptions", The World Road Association (PIARC), Francia, 2000.
9. Pienaar P A, Visser A T, Dlamini L, "A Comparison of the HDM-4 with the HDM-III on A Case Study in Swaziland", En: International Conference on Managing Pavements (5º, 2001, Seattle, USA).
10. Pradena Miquel Mauricio, Posada Henao John, "Análisis de Inversiones en Carreteras Utilizando Software HDM-4", Revista de la Construcción, vol. 6, núm. 1, pp. 35-47, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile, 2007.

11. Watanatada T., Harral C.G., Paterson W.D.O., Dhareshwar A.M., Bhandari A., y Tsunokawa K., "The highway design and maintenance standards model volume 1: description of the HDM-III model", The Highway Design and Maintenance Standards Series. Baltimore: Johns Hopkins for the World Bank, 1987.

ANEXOS

Anexo 1: Datos de entrada y reporte de salida del HDM3

Anexo 2: Datos de entrada y resultados de salida del HDM 4

ANEXO 1: DATOS DE ENTRADA HDM 3

CONTROL DEL ANALISIS
=====

Descripción	Carretera Huaura-Sayán-Churín		
Fecha de la Corrida	Día 16	Mes 02	Año 12
Tasa de Descuento (%)	10.0		
Período de Análisis (Años)	20		
Año Calendario del Año Inicial	2010		
Nombre de Moneda de Entrada	(En S/.)		
Nombre de Moneda de salida	(En S/.)		
Multiplicador de Conversión de Moneda		1.0000000	

DATOS DE LOS TRAMOS VIALES

DATOS DE LA CARRETERA

=====

Descripción Tramo 1: Km.0+000 - Km.7+000

Clase de Carretera (P-Pavimentada/U-Sin Pavimentar) P

GEOMETRIA

Longitud (km)	7.0	Ancho de la Calzada (m)	5.8
Ancho un Hombro/Arcén (m)	0.0	Número Efectivo de Carriles	.
Subida más Bajada (m/km)	12.2	Curvatura (grados/km)	5.1
Peralte (%)	.		

MEDIO AMBIENTE

Altitud (m)	118	Precipitación (m/mes)	0.0010
-------------	-----	-----------------------	--------

SUPERFICIE Tipo de Superficie 1

Esesor de Capas Nuevas (mm)	25	Esesor de Capas Viejas (mm)	15
-----------------------------	----	-----------------------------	----

BASE/SUBRASANTE Tipo de Base 1 CBR de la Subrasante (%) 24

Si Base es Cemento Estab.:	Esesor de Capas de Base (mm)	0
	Módulo Resiliencia Suelo-Cemento (GPa)	0

RESISTENCIA Número Estructural . Deflexión Viga Benkelman (mm) 1.76

ESTADO Rugosidad (IRI) 4.2 Defecto de Construcción 0

Total de Grietas (%)	0.0	Grietas Anchas (%)	0.0	Baches (%)	0.000
Peladuras (%)	0.0	Roderas (mm)	0	D. E. Roderas (mm)	0

HISTORIA Edad Capa Superficial (años) 8 Edad Construcción (años) 20

Si Hay Capas Viejas, Area de Grietas Anchas Anterior(%)	0
---	---

FACTORES DE DETERIORO

Iniciación de Grietas	1.00	Factor del Medio Ambiente	1.00
Iniciación de Peladuras	1.00	Progresión de Grietas	1.00
Progresión de Baches	1.00	Progresión de Roderas	1.00
		Progresión de Rugosidad	1.00

TRAFICO

	Auto Pick-up	Bus	Camión Ligero	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Tráfico Medio Diario	829	252	15	95	99	2
Crecimiento Anual (%)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

Cambiar Crecimiento Anual en Año

Nuevo Crecimiento Anual
-------------------------	---	---	---	---	---	---

CONGESTION

Incluir Congestión (Y-Si/N-No)	N
Tipo de Carretera	
Uso de la Carretera	
Fricción Lateral en la Carretera	1.00

DATOS DE LA CARRETERA

=====

Descripción Tramo 2: Km.7+000 - Km.17+000

Clase de Carretera (P-Pavimentada/U-Sin Pavimentar) P

GEOMETRIA

Longitud (km)	10.0	Ancho de la Calzada (m)	5.8
Ancho un Hombro/Arcén (m)	0.0	Número Efectivo de Carriles	.
Subida mas Bajada (m/km)	12.2	Curvatura (grados/km)	9.4
Peralte (%)	.		

MEDIO AMBIENTE

Altitud (m)	208	Precipitación (m/mes)	0.0010
-------------	-----	-----------------------	--------

SUPERFICIE Tipo de Superficie 1

Espesor de Capas Nuevas (mm)	25	Espesor de Capas Viejas (mm)	15
------------------------------	----	------------------------------	----

BASE/SUBRASANTE Tipo de Base 1

Si Base es Cemento Estab.:	Espeor de Capas de Base (mm)	0	CBR de la Subrasante (%)	16
	Módulo Resiliencia Suelo-Cemento (GPa)	0		

RESISTENCIA Número Estructural . Deflexión Viga Benkelman (mm) 2.68

ESTADO Rugosidad (IRI)	4.2	Defecto de Construcción	0
Total de Grietas (%)	0.0	Grietas Anchas (%)	0.0
Peladuras (%)	0.0	Roderas (mm)	0
		D. E. Roderas (mm)	0

HISTORIA Edad Capa Superficial (años) 8 Edad Construcción (años) 20
 Si Hay Capas Viejas, Area de Grietas Anchas Anterior(%) 0

FACTORES DE DETERIORO

Iniciación de Grietas	1.00	Factor del Medio Ambiente	1.00
Iniciación de Peladuras	1.00	Progresión de Grietas	1.00
Progresión de Baches	1.00	Progresión de Roderas	1.00
		Progresión de Rugosidad	1.00

TRAFICO

	Auto Pick-up	Bus	Camión Ligero	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Tráfico Medio Diario	829	252	15	95	99	2
Crecimiento Anual (%)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

Cambiar Crecimiento Anual en Año

Nuevo Crecimiento Anual

CONGESTION

Incluir Congestión (Y-Si/N-No) N
 Tipo de Carretera
 Uso de la Carretera
 Fricción Lateral en la Carretera 1.00

DATOS DE LA CARRETERA
 =====

Descripción Tramo 3: Km.17+000 - Km.40+500

Clase de Carretera (P-Pavimentada/U-Sin Pavimentar) P

GEOMETRIA
 Longitud (km) 23.5 Ancho de la Calzada (m) 5.8
 Ancho un Hombro/Arcén (m) 0.0 Número Efectivo de Carriles .
 Subida mas Bajada (m/km) 15.9 Curvatura (grados/km) 15.9
 Peralte (%) .

MEDIO AMBIENTE
 Altitud (m) 438 Precipitación (m/mes) 0.0010

SUPERFICIE Tipo de Superficie 1
 Espesor de Capas Nuevas (mm) 25 Espesor de Capas Viejas (mm) 15

BASE/SUBRASANTE Tipo de Base 1 CBR de la Subrasante (%) 22
 Si Base es Cemento Estab.: Espesor de Capas de Base (mm) 0
 Módulo Resiliencia Suelo-Cemento (GPa) 0

RESISTENCIA Número Estructural . Deflexión Viga Benkelman (mm) 1.26

ESTADO Rugosidad (IRI) 4.2 Defecto de Construcción 0
 Total de Grietas (%) 0.0 Grietas Anchas (%) 0.0 Baches (%) 0.000
 Peladuras (%) 0.0 Roderas (mm) 0 D. E. Roderas (mm) 0

HISTORIA Edad Capa Superficial (años) 8 Edad Construcción (años) 20
 Si Hay Capas Viejas, Area de Grietas Anchas Anterior(%) 0

FACTORES DE DETERIORO Factor del Medio Ambiente 1.00
 Iniciación de Grietas 1.00 Progresión de Grietas 1.00
 Iniciación de Peladuras 1.00 Progresión de Roderas 1.00
 Progresión de Baches 1.00 Progresión de Rugosidad 1.00

TRAFICO

	Auto	Pick-up	Bus	Camión Ligero	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Tráfico Medio Diario	829	252	15	95	99	2	93
Crecimiento Anual (%)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

Cambiar Crecimiento Anual en Año
 Nuevo Crecimiento Anual

CONGESTION
 Incluir Congestión (Y-Si/N-No)
 Tipo de Carretera
 Uso de la Carretera
 Fricción Lateral en la Carretera 1.00

DATOS DE LA CARRETERA

=====

Descripción Tramo 4: Km.40+500 - Km.44+500

Clase de Carretera (P-Pavimentada/U-Sin Pavimentar) P

GEOMETRIA

Longitud (km)	4.0	Ancho de la Calzada (m)	5.8
Ancho un Hombro/Arcén (m)	0.0	Número Efectivo de Carriles	.
Subida mas Bajada (m/km)	12.5	Curvatura (grados/km)	35.1
Peralte (%)	.		

MEDIO AMBIENTE

Altitud (m)	632	Precipitación (m/mes)	0.0010
-------------	-----	-----------------------	--------

SUPERFICIE Tipo de Superficie 2

Espesor de Capas Nuevas (mm)	40	Espesor de Capas Viejas (mm)	15
------------------------------	----	------------------------------	----

BASE/SUBRASANTE Tipo de Base 1

CBR de la Subrasante (%)	22
Si Base es Cemento Estab.: Espesor de Capas de Base (mm)	0
Módulo Resiliencia Suelo-Cemento (GPa)	0

RESISTENCIA Número Estructural . Deflexión Viga Benkelman (mm) 1.44

ESTADO Rugosidad (IRI) 4.2 Defecto de Construcción 0

Total de Grietas (%)	0.0	Grietas Anchas (%)	0.0	Baches (%)	0.000
Peladuras (%)	0.0	Roderas (mm)	0	D. E. Roderas (mm)	0

HISTORIA Edad Capa Superficial (años) 8 Edad Construcción (años) 20

Si Hay Capas Viejas, Area de Grietas Anchas Anterior(%) 0

FACTORES DE DETERIORO

Iniciación de Grietas	1.00	Factor del Medio Ambiente	1.00
Iniciación de Peladuras	1.00	Progresión de Grietas	1.00
Progresión de Baches	1.00	Progresión de Roderas	1.00
		Progresión de Rugosidad	1.00

TRAFICO

	Auto	Pick-up	Bus	Camión Ligero	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Tráfico Medio Diario	954	227	22	92	17	1	106
Crecimiento Anual (%)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

Cambiar Crecimiento Anual en Año

Nuevo Crecimiento Anual

CONGESTION

Incluir Congestión (Y-Si/N-No) N
 Tipo de Carretera
 Uso de la Carretera
 Fricción Lateral en la Carretera 1.00

DATOS DE LA CARRETERA

=====

Descripción Tramo 5: Km.44+500 - Km.60+000

Clase de Carretera (P-Pavimentada/U-sin Pavimentar) U

GEOMETRIA

Longitud (km)	15.5	Ancho de la Calzada (m)	6.6
Ancho un Hombro/Arcén (m)	0.0	Número Efectivo de Carriles	.
Subida mas Bajada (m/km)	34.1	Curvatura (grados/km)	78.3
Peralte (%)	.		

MEDIO AMBIENTE

Altitud (m)	811	Precipitación (m/mes)	0.0100
-------------	-----	-----------------------	--------

ESTADO

Espesor de la Grava (mm)	100.0	Edad de la Grava (años)	10
Rugosidad (IRI)	8.0		
Código Compactación (1-mecánica, 0-no mecánica)	1		

SUPERFICIE

Rugosidad Mínima (IRI)	8.0	Rugosidad Máxima (IRI)	16.0
Tamaño Partícula Máxima (mm)	58.0	Índice de Plasticidad (%)	5.2
Material que Pasa Tamiz de 2.000 mm (%)	60.6		
Material que Pasa Tamiz de 0.425 mm (%)	41.3		
Material que Pasa Tamiz de 0.075 mm (%)	21.6		

BASE/SUBRASANTE

Rugosidad Mínima (IRI)	16.0	Rugosidad Máxima (IRI)	18.0
Tamaño Partícula Máxima (mm)	42.2	Índice de Plasticidad (%)	6.0
Material que Pasa Tamiz de 2.000 mm (%)	66.7		
Material que Pasa Tamiz de 0.425 mm (%)	47.0		
Material que Pasa Tamiz de 0.075 mm (%)	24.7		

TRAFICO

	Auto	Pick-up	Bus	Camión Ligeró	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Tráfico Medio Diario	79	151	25	55	4	0	104
Crecimiento Anual (%)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

Cambiar Crecimiento Anual en Año
 Nuevo Crecimiento Anual

CONGESTION

Incluir Congestión (Y-Sí/N-No) N
 Tipo de Carretera
 Uso de la Carretera
 Fricción Lateral en la Carretera 1.00

DATOS DE LA CARRETERA

=====

Descripción Tramo 6: Km.60+000 - Km.99+300

Clase de Carretera (P-Pavimentada/U-Sin Pavimentar) U

GEOMETRIA

Longitud (km)	44.3	Ancho de la Calzada (m)	4.4
Ancho un Hombro/Arcén (m)	0.0	Número Efectivo de Carriles	.
Subida mas Bajada (m/km)	60.2	Curvatura (grados/km)	217.5
Peralte (%)	.		

MEDIO AMBIENTE

Altitud (m)	1495	Precipitación (m/mes)	0.0100
-------------	------	-----------------------	--------

ESTADO

Espesor de la Grava (mm)	100.0	Edad de la Grava (años)	10
Rugosidad (IRI)	8.0		
Código Compactación (1-mecánica, 0-no mecánica)	1		

SUPERFICIE

Rugosidad Mínima (IRI)	8.0	Rugosidad Máxima (IRI)	16.0
Tamaño Partícula Máxima (mm)	66.8	Índice de Plasticidad (%)	4.8
Material que Pasa Tamiz de 2.000 mm (%)	46.4		
Material que Pasa Tamiz de 0.425 mm (%)	32.3		
Material que Pasa Tamiz de 0.075 mm (%)	17.7		

BASE/SUBRASANTE

Rugosidad Mínima (IRI)	8.0	Rugosidad Máxima (IRI)	16.0
Tamaño Partícula Máxima (mm)	66.5	Índice de Plasticidad (%)	5.6
Material que Pasa Tamiz de 2.000 mm (%)	45.9		
Material que Pasa Tamiz de 0.425 mm (%)	31.1		
Material que Pasa Tamiz de 0.075 mm (%)	16.0		

TRAFICO

	Auto Pick-up	Bus	Camión Ligero	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Tráfico Medio Diario	54	120	30	40	2	1
Crecimiento Anual (%)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

Cambiar Crecimiento Anual en Año
 Nuevo Crecimiento Anual

CONGESTION

Incluir Congestión (Y-Sí/N-No) N
 Tipo de Carretera
 Uso de la Carretera
 Fricción Lateral en la Carretera 1.00

DATOS DE LA CARRETERA

=====

Descripción Tramo 7: Km.100+660 - Km.105+740

Clase de Carretera (P-Pavimentada/U-Sin Pavimentar) U

GEOMETRIA

Longitud (km)	5.1	Ancho de la Calzada (m)	4.0
Ancho un Hombro/Arcén (m)	0.0	Número Efectivo de Carriles	.
Subida mas Bajada (m/km)	44.8	Curvatura (grados/km)	176.6
Peralte (%)	.		

MEDIO AMBIENTE

Altitud (m)	2235	Precipitación (m/mes)	0.0100
-------------	------	-----------------------	--------

ESTADO

Espesor de la Grava (mm)	100.0	Edad de la Grava (años)	10
Rugosidad (IRI)	8.0		
Código Compactación (1-mecánica, 0-no mecánica)	1		

SUPERFICIE

Rugosidad Mínima (IRI)	8.0	Rugosidad Máxima (IRI)	16.0
Tamaño Partícula Máxima (mm)	60.2	Índice de Plasticidad (%)	5.3
Material que Pasa Tamiz de 2.000 mm (%)	40.9		
Material que Pasa Tamiz de 0.425 mm (%)	27.4		
Material que Pasa Tamiz de 0.075 mm (%)	18.6		

BASE/SUBRASANTE

Rugosidad Mínima (IRI)	8.0	Rugosidad Máxima (IRI)	16.0
Tamaño Partícula Máxima (mm)	54.6	Índice de Plasticidad (%)	4.7
Material que Pasa Tamiz de 2.000 mm (%)	42.6		
Material que Pasa Tamiz de 0.425 mm (%)	27.7		
Material que Pasa Tamiz de 0.075 mm (%)	17.2		

TRAFICO

	Auto Pick-up	Bus	Camión Ligero	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Tráfico Medio Diario	54	120	30	40	2	1
Crecimiento Anual (%)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

Cambiar Crecimiento Anual en Año
 Nuevo Crecimiento Anual

CONGESTION

Incluir Congestión (Y-Sj/N-No)	N
Tipo de Carretera	
Uso de la Carretera	
Fricción Lateral en la Carretera	1.00

DATOS DE LAS POLITICAS DE CONSTRUCCION POR TRAMOS VIALES

POLITICA DE CONSTRUCCION

=====

Descripción Tramo 1: Km.0+000 - Km.7+000

CONSTRUCCION

Duración de la Construcción (años)		2
Flujo Anual de Costos (% costo total):	Construcción en Año 1	0.0
	Construcción en Año 2	100.0
	Construcción en Año 3	0.0
	Construcción en Año 4	0.0
	Construcción en Año 5	0.0
Valor Residual (% costo total)		20.0
Factor de Costo		1.00

GEOMETRIA

Clase de Carretera (P-Pavimentada/U-Sin Pavimentar)	P	
Longitud (km)	7.0	Ancho de la Calzada (m) 7.2
Ancho un Hombro/Arcén (m)	1.8	Número Efectivo de Carriles 2.0
Subida mas Bajada (m/km)	12.3	Curvatura (grados/km) 5.1
Peralte (%)	2.0	

SUPERFICIE

Tipo de Superficie	2	
Espesor de Capas Nuevas (mm)	90	Espesor de Capas Viejas (mm) 0

BASE/SUBRASANTE

Tipo de Base	2	CBR de la Subrasante (%) 24
Si Base es Cemento Estab.:	Espesor de Capas de Base (mm) 250	Módulo Resiliencia Suelo-Cemento (GPa) 3

RESISTENCIA

Número Estructural	3.13	Deflexión Viga Benkelman (mm) .
--------------------	------	---------------------------------

ESTADO

Rugosidad (IRI)	2.0	Defecto de Construcción 0
-----------------	-----	---------------------------

FACTORES DE DETERIORO

Iniciación de Grietas	1.00	Factor del Medio Ambiente 1.00
Iniciación de Peladuras	1.00	Progresión de Grietas 1.00
Progresión de Baches	1.00	Progresión de Roderas 1.00
		Progresión de Rugosidad 1.00

TRAFICO GENERADO

	Auto Pickup		Bus	Camión Liviano	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Tráfico Medio Diario	192	59	3	22	23	1	22
Crecimiento Anual (%)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

CONGESTION

Tipo de carretera	
Uso de la Carretera	
Fricción Lateral de la Carretera	0.00

POLITICA DE CONSTRUCCION
 =====

Descripción Tramo 2: Km.7+000 - Km.17+000

CONSTRUCCION

Duración de la Construcción (años)		2
Flujo Anual de Costos (% costo total):	Construcción en Año 1	20.0
	Construcción en Año 2	80.0
	Construcción en Año 3	0.0
	Construcción en Año 4	0.0
	Construcción en Año 5	0.0
Valor Residual (% costo total)		20.0
Factor de Costo		1.00

GEOMETRIA

Clase de Carretera (P-Pavimentada/U-Sin Pavimentar)	P	
Longitud (km)	10.0	Ancho de la Calzada (m) 7.2
Ancho un Hombro/Arcén (m)	1.8	Número Efectivo de Carriles 2.0
Subida mas Bajada (m/km)	12.1	Curvatura (grados/km) 9.4
Peralte (%)	2.3	

SUPERFICIE

Tipo de Superficie	2	
Espesor de Capas Nuevas (mm)	90	Espesor de Capas Viejas (mm) 0

BASE/SUBRASANTE

Tipo de Base	3	CBR de la Subrasante (%) 16
Si Base es Cemento Estab.:	Espesor de Capas de Base (mm) 300	Módulo Resiliencia Suelo-Cemento (GPa) 0

RESISTENCIA

Número Estructural	3.21	Deflexión Viga Benkelman (mm) .
--------------------	------	---------------------------------

ESTADO

Rugosidad (IRI)	2.0	Defecto de Construcción 0
-----------------	-----	---------------------------

FACTORES DE DETERIORO

Iniciación de Grietas	1.00	Factor del Medio Ambiente 1.00
Iniciación de Peladuras	1.00	Progresión de Grietas 1.00
Progresión de Baches	1.00	Progresión de Roderas 1.00
		Progresión de Rugosidad 1.00

TRAFICO GENERADO

	Auto Pickup	Bus	Camión Liviano	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Tráfico Medio Diario	192	59	3	22	23	1
Crecimiento Anual (%)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

CONGESTION

Tipo de Carretera	
Uso de la Carretera	
Fricción Lateral de la Carretera	0.00

POLITICA DE CONSTRUCCION

=====
 Descripción Tramo 3: Km.17+000 - Km.40+500

CONSTRUCCION

Duración de la Construcción (años)		2
Flujo Anual de Costos (% costo total):	Construcción en Año 1	0.0
	Construcción en Año 2	100.0
	Construcción en Año 3	0.0
	Construcción en Año 4	0.0
	Construcción en Año 5	0.0
Valor Residual (% costo total)		20.0
Factor de Costo		1.00

GEOMETRIA

Clase de Carretera (P-Pavimentada/U-Sin Pavimentar)	P	
Longitud (km)	23.5	Ancho de la Calzada (m) 7.2
Ancho un Hombro/Arcén (m)	1.8	Número Efectivo de Carriles .
Subida mas Bajada (m/km)	15.9	Curvatura (grados/km) 15.9
Peralte (%)	.	

SUPERFICIE

Tipo de Superficie	2	
Espesor de Capas Nuevas (mm)	90	Espesor de Capas Viejas (mm) 0

BASE/SUBRASANTE

Tipo de Base	2	CBR de la Subrasante (%) 22
Si Base es Cemento Estab.:	Espesor de Capas de Base (mm) 275	
	Módulo Resiliencia Suelo-Cemento (GPa) 3	

RESISTENCIA

Número Estructural	3.29	Deflexión Viga Benkelman (mm) .
--------------------	------	---------------------------------

ESTADO

Rugosidad (IRI)	2.0	Defecto de Construcción 0
-----------------	-----	---------------------------

FACTORES DE DETERIORO

Iniciación de Grietas	1.00	Factor del Medio Ambiente 1.00
Iniciación de Peladuras	1.00	Progresión de Grietas 1.00
Progresión de Baches	1.00	Progresión de Roderas 1.00
		Progresión de Rugosidad 1.00

TRAFICO GENERADO

	Auto Pickup	Bus	Camión Liviano	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Tráfico Medio Diario	192	59	3	22	23	1
Crecimiento Anual (%)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

CONGESTION

Tipo de Carretera	
Uso de la Carretera	
Fricción Lateral de la Carretera	0.00

POLITICA DE CONSTRUCCION
 =====

Descripción Tramo 4: Km.40+500 - Km.44+500

CONSTRUCCION

Duración de la Construcción (años)		2
Flujo Anual de Costos (% costo total):	Construcción en Año 1	0.0
	Construcción en Año 2	100.0
	Construcción en Año 3	0.0
	Construcción en Año 4	0.0
	Construcción en Año 5	0.0
Valor Residual (% costo total)		20.0
Factor de Costo		1.00

GEOMETRIA

Clase de Carretera (P-Pavimentada/U-Sin Pavimentar)	P		
Longitud (km)	4.0	Ancho de la Calzada (m)	7.2
Ancho un Hombro/Arcén (m)	1.8	Número Efectivo de Carriles	2.0
Subida mas Bajada (m/km)	12.5	Curvatura (grados/km)	35.0
Peralte (%)	2.3		

SUPERFICIE

Tipo de Superficie	2	Espesor de Capas Viejas (mm)	0
Espesor de Capas Nuevas (mm)	90		

BASE/SUBRASANTE

Tipo de Base	2	CBR de la Subrasante (%)	22
Si Base es Cemento Estab.:	Espesor de Capas de Base (mm)		275
	Módulo Resiliencia Suelo-Cemento (GPa)		3

RESISTENCIA

Número Estructural	3.29	Deflexión Viga Benkelman (mm)	.
--------------------	------	-------------------------------	---

ESTADO

Rugosidad (IRI)	2.0	Defecto de Construcción	0
-----------------	-----	-------------------------	---

FACTORES DE DETERIORO

Factor del Medio Ambiente		1.00	
Iniciación de Grietas	1.00	Progresión de Grietas	1.00
Iniciación de Peladuras	1.00	Progresión de Roderas	1.00
Progresión de Baches	1.00	Progresión de Rugosidad	1.00

TRAFICO GENERADO

	Auto Pickup		Camión				
			Bus	Camión Liviano	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Tráfico Medio Diario	221	52	5	21	4	1	25
Crecimiento Anual (%)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

CONGESTION

Tipo de Carretera	
Uso de la Carretera	
Fricción Lateral de la Carretera	0.00

POLITICA DE CONSTRUCCION

Descripción Tramo 5: Km.44+500 - Km.60+000

CONSTRUCCION

Duración de la Construcción (años)		2
Flujo Anual de Costos (% costo total):	Construcción en Año 1	0.0
	Construcción en Año 2	100.0
	Construcción en Año 3	0.0
	Construcción en Año 4	0.0
	Construcción en Año 5	0.0
Valor Residual (% costo total)		20.0
Factor de Costo		1.00

GEOMETRIA

Clase de Carretera (P-Pavimentada/U-Sin Pavimentar)	P	
Longitud (km)	15.5	Ancho de la Calzada (m) 6.6
Ancho un Hombro/Arcén (m)	1.2	Número Efectivo de Carriles 2.0
Subida mas Bajada (m/km)	27.1	Curvatura (grados/km) 78.3
Peralte (%)		

SUPERFICIE

Tipo de Superficie	2	
Espesor de Capas Nuevas (mm)	90	Espesor de Capas Viejas (mm) 0

BASE/SUBRASANTE

Tipo de Base	1	CBR de la Subrasante (%) 26
Si Base es Cemento Estab.:	Espesor de Capas de Base (mm) 400	Módulo Resiliencia Suelo-Cemento (GPa) 0

RESISTENCIA

Número Estructural	3.04	Deflexión Viga Benkelman (mm) .
--------------------	------	---------------------------------

ESTADO

Rugosidad (IRI)	2.0	Defecto de Construcción 0
-----------------	-----	---------------------------

FACTORES DE DETERIORO

		Factor del Medio Ambiente	1.00
Iniciación de Grietas	1.00	Progresión de Grietas	1.00
Iniciación de Peladuras	1.00	Progresión de Roderas	1.00
Progresión de Baches	1.00	Progresión de Rugosidad	1.00

TRAFICO GENERADO

	Auto Pickup		Camión				
			Bus Liviano	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado	
Tráfico Medio Diario	19	35	6	13	1	0	24
Crecimiento Anual (%)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

CONGESTION

Tipo de Carretera	
Uso de la Carretera	
Fricción Lateral de la Carretera	0.00

POLITICA DE CONSTRUCCION

Descripción Tramo 6: Km.60+000 - Km.99+300

CONSTRUCCION

Duración de la Construcción (años)		3
Flujo Anual de Costos (% costo total):	Construcción en Año 1	0.0
	Construcción en Año 2	20.0
	Construcción en Año 3	80.0
	Construcción en Año 4	0.0
	Construcción en Año 5	0.0
Valor Residual (% costo total)		20.0
Factor de Costo		1.00

GEOMETRIA

Clase de Carretera (P-Pavimentada/U-Sin Pavimentar)	P
Longitud (km)	44.3
Ancho de la Calzada (m)	6.0
Ancho un Hombro/Arcén (m)	0.8
Número Efectivo de Carriles	2.0
Subida mas Bajada (m/km)	32.6
Curvatura (grados/km)	217.5
Peralte (%)	2.4

SUPERFICIE

Tipo de superficie 2

Espesor de Capas Nuevas (mm) 75 Espesor de Capas Viejas (mm) 0

BASE/SUBRASANTE

Tipo de Base 1 CBR de la Subrasante (%) 40

Sí Base es Cemento Estab.: Espesor de Capas de Base (mm) 300

Módulo Resiliencia Suelo-Cemento (GPa) 0

RESISTENCIA

Número Estructural 2.53 Deflexión viga Benkelman (mm) .

ESTADO

Rugosidad (IRI) 2.0 Defecto de Construcción 0

FACTORES DE DETERIORO

Factor del Medio Ambiente 1.00

Iniciación de Grietas 1.00 Progresión de Grietas 1.00

Iniciación de Peladuras 1.00 Progresión de Roderas 1.00

Progresión de Baches 1.00 Progresión de Rugosidad 1.00

TRAFICO GENERADO

	Auto Pickup		Camión				
			Bus Liviano	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado	
Tráfico Medio Diario	14	30	7	10	1	0	15
Crecimiento Anual (%)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

CONGESTION

Tipo de Carretera
 Uso de la Carretera
 Fricción Lateral de la Carretera 0.00

POLITICA DE CONSTRUCCION

=====

Descripción Tramo 7: Km.100+660- Km.105+740

CONSTRUCCION

Duración de la Construcción (años)		2
Flujo Anual de Costos (% costo total):	Construcción en Año 1	0.0
	Construcción en Año 2	100.0
	Construcción en Año 3	0.0
	Construcción en Año 4	0.0
	Construcción en Año 5	0.0
Valor Residual (% costo total)		20.0
Factor de Costo		1.00

GEOMETRIA

Clase de Carretera (P-Pavimentada/U-Sin Pavimentar)	P
Longitud (km)	5.1
Ancho un Hombro/Arcén (m)	0.9
Subida mas Bajada (m/km)	40.7
Peralte (%)	4.5
Ancho de la Calzada (m)	6.6
Número Efectivo de Carriles	2.0
Curvatura (grados/km)	176.6

SUPERFICIE

Tipo de Superficie	2
Espesor de Capas Nuevas (mm)	90
Espesor de Capas Viejas (mm)	0

BASE/SUBRASANTE

Tipo de Base	1	CBR de la Subrasante (%)	9
Si Base es Cemento Estab.:	Espesor de Capas de Base (mm)		400
	Módulo Resiliencia Suelo-Cemento (GPa)		0

RESISTENCIA

Número Estructural	3.58	Deflexión Viga Benkelman (mm)	.
--------------------	------	-------------------------------	---

ESTADO

Rugosidad (IRI)	2.0	Defecto de Construcción	0
-----------------	-----	-------------------------	---

FACTORES DE DETERIORO

Iniciación de Grietas	1.00	Factor del Medio Ambiente	1.00
Iniciación de Peladuras	1.00	Progresión de Grietas	1.00
Progresión de Baches	1.00	Progresión de Roderas	1.00
		Progresión de Rugosidad	1.00

TRAFICO GENERADO

	Auto Pickup		Camión				
			Bus Liviano	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado	
Tráfico Medio Diario	14	30	7	10	1	0	15
Crecimiento Anual (%)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

CONGESTION

Tipo de Carretera	
Uso de la Carretera	
Fricción Lateral de la Carretera	0.00

**DATOS DE LAS CARACTERISTICAS DEL PARQUE AUTOMOTOR Y
PARAMETROS OPCIONALES**

PARAMETROS DE VEHICULO REQUERIDOS

=====

Descripción	Flota de vehículos (En S/.)						
	Auto	Pick-up	Bus	Camión Ligero	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Artic.
CARACTERISTICAS BASICAS							
Peso Bruto Vehicular (t)	1.370	2.180	13.630	6.860	15.400	23.050	38.350
N. Ejes Equivalentes(E4)	0.000	0.000	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
Número de Ejes	2	2	2	2	2	3	5
Número de Neumáticos	4	4	6	6	6	10	18
Número de Pasajeros	4.00	10.00	45.00	2.00	2.00	1.00	0.00
UTILIZACION DEL VEHICULO							
Vida Util (años)	10.0	8.0	10.0	8.0	10.0	10.0	10.0
Horas Conducidas por Año	480	960	2496	1440	2400	2400	2400
KM Conducidos por Año	25000	40000	120000	60000	90000	100000	100000
Código de Depreciación	2	2	2	2	2	2	2
Código de Utilización	1	3	3	3	3	3	3
Tasa de Interés Anual(%)	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
COSTOS ECONOMICOS UNITARIOS							
Vehículo Nuevo (M)	37157	54027	262890	213210	261441	314702	360284
Neumático Nuevo (M)	125.0	211.7	941.0	380.0	941.0	1179.4	1179.4
Mano de obra Mant.(M/hr)	7.24	7.24	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27
Tripulación (M/trip-hr)	0.00	3.10	10.60	6.20	7.76	9.06	9.05
Tiempo Pasajero(M/pa-hr)	4.40	4.40	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64
Tiempo Carga (M/veh-hr)	0.00	0.36	0.36	0.27	0.27	0.27	0.27
					Precio Gasolina (M/lt)	1.50	
					Precio Diesel (M/lt)	1.80	
					Precio Lubricantes (M/lt)	11.82	

Nota: M es la moneda de entrada definida en el control del An lisis

PARAMETROS DE VEHICULOS OPCIONALES

=====

Descripción	Parque Automotor		Camión				
	Auto	Pickup	Bus	Liviano	Medio	Pesado	Artic.
PARAMETROS DE VEHICULOS							
Carga Útil (Tons)	0.32	0.62	4.13	3.84	7.00	12.00	24.50
Coefficiente Aerodinámico
Area Frontal Proyectada
Potencia Operación (M.HP)
Potencia Freno (M.HP)
Vel Deseada, Pavim.(km/h)	90.00	90.00	70.00	70.00	60.00	60.00	60.00
Vel Deseada, No Pa.(km/h)	35.00	30.00	25.00	25.00	20.00	20.00	20.00
Eficiencia Energética	0.85	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.80
Razón Utilización Horaria
Vel Calibrada Motor (rpm)
Par metro Forma weibull
Vel Max Rectific. (mm/s)
Par metro del Ancho
Ajuste del Combustible
FRATIO0 (Pavimentado)
FRATIO0 (No Pavimentado)
FRATIO1 (Pavimentado)
FRATIO1 (No Pavimentado)
Razón Recauchut./nueva(%)
Vol. Gastable Caucho(dm3)
Número Base de Recauchut.
Neumáticos, COTC
Neumáticos, CTCTE
Repuestos, CQSP
Repuestos, CSPQI
Repuestos, QIQSP
Mano de Obra, COLH
Mano de Obra, CLHPC
Mano de Obra, CLHQI

DATOS DE LOS POLITICAS DE VIAS PAVIMENTADAS Y NO PAVIMENTADAS

POLITICA DE MANTENIMIENTO NO PAVIMENTADA
 =====

MINIMO

Descripción	Situación optimizada	
Y-SÍ/N-NO		
Y	MANTENIMIENTO DE RUTINA	
	Características: Factor de costo	1.00
Y	PERFILADO (S-Programada o R-Respuesta a la condición)	S
	Programada: Intervalo entre perfilados (días)	360
	Respuesta: Tráfico entre perfilados (vehículos)	0
	Intervalo mínimo aplicable (días)	
	Intervalo Máximo aplicable (días)	
	Características: Factor de costo	1.00
Y	BACHEO LOCALIZADO (S-Programado o R-Respuesta a la condición)	R
	Programado: Cantidad de Bacheo (m ³ /km/año)	0.0
	Respuesta: Pérdida de material reemplazado (%)	25
	Cantidad Máxima aplicable (m ³ /km/año)	.
	Características: Factor de costo	1.00
Y	REPONER GRAVA (S-Programada o R-Respuesta a la Condición)	R
	Programada: Intervalo entre reposiciones (años)	3
	Respuesta: Espesor mínimo de grava permisible (mm)	50.0
	Int. mínimo entre reposiciones (años)	
	Int. Máximo entre reposiciones (años)	
	Características: Factor de costo	1.00
	Incremento en espesor de la grava (mm)	150.0
	Ultimo año aplicable	
	Rugosidad Inicial (IRI)	.
	Código de compactación (1-Mec, 0-No Mec)	1
	Tamaño Máximo de partículas (mm)	30.0
	Material que pasa tamiz 2.00 mm (%)	60.0
	Material que pasa tamiz 0.425 mm (%)	40.0
	Material que pasa tamiz 0.075 mm (%)	25.0
	Índice de plasticidad (%)	2.0
	Rugosidad mínima (IRI)	.
	Rugosidad Máxima (IRI)	.

POLITICA DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADA
 =====

BASEOP

Descripción	Situación Base Optimizada	
Y-SÍ/N-NO		
Y	MANTENIMIENTO DE RUTINA	
	Características: Factor de costo	1.00
Y	BACHEO (S-Programado o R-Respuesta a la Condición)	R
	Programado: Área a bachear (m2/km/año)	0.5
	Respuesta: Porcentaje de baches a bachear	100.0
	Características: Cantidad de bacheo Máximo (m2/km/año)	.
	Factor de costo	1.00
	Último año aplicable	.
	Rugosidad Máxima aplicable (IRI)	.
Y	SELLO (S-Programado o R-Respuesta a la Condición)	R
	Programado: Intervalo entre sellos (años)	0
	Respuesta: Área dañada Máxima permisible (%)	100.0
	Intervalo mínimo entre sellos (años)	.
	Intervalo Máximo entre sellos (años)	.
	Características: Factor de costo	1.00
	Tipo de sello	2
	Coefficiente de resistencia del sello	0.25
	Espesor del sello (mm)	15.0
	Último año aplicable	.
	Rugosidad Máxima aplicable (IRI)	.
Y	REFUERZO* (S-Programado o R-Respuesta a la Condición)	R
	Programado: Intervalo entre refuerzos (años)	1
	Respuesta: Rugosidad Máxima permisible (IRI)	7.0
	Intervalo mínimo entre refuerzos (años)	.
	Intervalo Máximo entre refuerzos (años)	.
	Características: Factor de costo	1.00
	Tipo del refuerzo	2
	Coefficiente de resistencia del refuerzo	0.40
	*SOBRECAPA Espesor del refuerzo (mm)	25.0
	Último año aplicable	.
	Rugosidad después del refuerzo (IRI)	.
N	RECONSTRUCCION (S-Programada o R-Respuesta a la condición)	R
	Programada: Intervalo entre reconstrucciones (años)	0
	Respuesta: Rugosidad Máxima permisible (IRI)	0.0
	Int. mínimo entre reconstrucciones (años)	.
	Int. Máximo entre reconstrucciones (años)	.
	Características: Factor de costo	1.00
	Nuevo número estructural	0.00
	Tipo de superficie	0
	Espesor total de las capas nuevas (mm)	0.0
	Tipo de base	0
	Si cemento estabilizado:	
	Espesor total de las capas de base (mm)	0.0
	Módulo resiliencia suelo-cemento (GPA)	0
	Código de defecto de construcción	0
	Último año aplicable	.
	Rugosidad después de reconstrucción (IRI)	.

POLITICA DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADA

MANTO1

Descripción MP: Bac100%+Se120%+Ref 10 años

Y-Sí/N-No

Y	MANTENIMIENTO DE RUTINA		
	Características:	Factor de costo	1.00
Y	BACHEO	(S-Programado o R-Respuesta a la Condición)	R
	Programado:	Area a bachear (m2/km/año)	0.5
	Respuesta:	Porcentaje de baches a bachear	100.0
		Cantidad de bacheo Máximo (m2/km/año)	.
	Características:	Factor de costo	1.00
		Ultimo año aplicable	.
		Rugosidad Máxima aplicable (IRI)	.
Y	SELLO	(S-Programado o R-Respuesta a la Condición)	R
	Programado:	Intervalo entre sellos (años)	0
	Respuesta:	Area dañada Máxima permisible (%)	20.0
		Intervalo mínimo entre sellos (años)	.
		Intervalo Máximo entre sellos (años)	.
	Características:	Factor de costo	1.00
		Tipo de sello	2
		Coficiente de resistencia del sello	0.25
		Espesor del sello (mm)	15.0
		Ultimo año aplicable	.
		Rugosidad Máxima aplicable (IRI)	.
Y	REFUERZO*	(S-Programado o R-Respuesta a la Condición)	S
	Programado:	Intervalo entre refuerzos (años)	10
	Respuesta:	Rugosidad Máxima permisible (IRI)	6.0
		Intervalo mínimo entre refuerzos (años)	.
		Intervalo Máximo entre refuerzos (años)	.
	Características:	Factor de costo	1.00
		Tipo del refuerzo	2
		Coficiente de resistencia del refuerzo	0.40
	*SOBRECAPA	Espesor del refuerzo (mm)	25.0
		Ultimo año aplicable	.
		Rugosidad después del refuerzo (IRI)	.
N	RECONSTRUCCION	(S-Programada o R-Respuesta a la condición)	R
	Programada:	Intervalo entre reconstrucciones (años)	0
	Respuesta:	Rugosidad Máxima permisible (IRI)	0.0
		Int. mínimo entre reconstrucciones (años)	.
		Int. Máximo entre reconstrucciones (años)	.
	Características:	Factor de costo	1.00
		Nuevo número estructural	0.00
		Tipo de superficie	0
		Espesor total de las capas nuevas (mm)	0.0
		Tipo de base	0
		Si cemento estabilizado:	.
		Espesor total de las capas de base (mm)	0.0
		Módulo resiliencia suelo-cemento (GPA)	0
		Código de defecto de construcción	0
		Ultimo año aplicable	.
		Rugosidad después de reconstrucción (IRI)	.

POLITICA DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADA

MANTO2

Descripción MP: Bac100%+Sel50%+Ref 5años

Y-Sí/N-No

Y	MANTENIMIENTO DE RUTINA		
	Características: Factor de costo		1.00
Y	BACHEO	(S-Programado o R-Respuesta a la Condición)	R
	Programado: Area a bachear (m2/km/año)		0.5
	Respuesta: Porcentaje de baches a bachear		100.0
	Cantidad de bacheo Máximo (m2/km/año)		.
	Características: Factor de costo		1.00
	Ultimo año aplicable		.
	Rugosidad Máxima aplicable (IRI)		.
Y	SELLO	(S-Programado o R-Respuesta a la Condición)	R
	Programado: Intervalo entre sellos (años)		0
	Respuesta: Area dañada Máxima permisible (%)		50.0
	Intervalo mínimo entre sellos (años)		.
	Intervalo Máximo entre sellos (años)		.
	Características: Factor de costo		1.00
	Tipo de sello		2
	Coefficiente de resistencia del sello		0.25
	Espesor del sello (mm)		20.0
	Ultimo año aplicable		.
	Rugosidad Máxima aplicable (IRI)		.
Y	REFUERZO*	(S-Programado o R-Respuesta a la Condición)	S
	Programado: Intervalo entre refuerzos (años)		5
	Respuesta: Rugosidad Máxima permisible (IRI)		5.0
	Intervalo mínimo entre refuerzos (años)		.
	Intervalo Máximo entre refuerzos (años)		.
	Características: Factor de costo		1.00
	Tipo del refuerzo		2
	Coefficiente de resistencia del refuerzo		0.40
	*SOBRECAPA Espesor del refuerzo (mm)		25.0
	Ultimo año aplicable		.
	Rugosidad después del refuerzo (IRI)		.
N	RECONSTRUCCION	(S-Programada o R-Respuesta a la condición)	R
	Programada: Intervalo entre reconstrucciones (años)		0
	Respuesta: Rugosidad Máxima permisible (IRI)		0.0
	Int. mínimo entre reconstrucciones (años)		.
	Int. Máximo entre reconstrucciones (años)		.
	Características: Factor de costo		1.00
	Nuevo número estructural		0.00
	Tipo de superficie		0
	Espesor total de las capas nuevas (mm)		0.0
	Tipo de base		0
	Si cemento estabilizado:		.
	Espesor total de las capas de base (mm)		0.0
	Módulo resiliencia suelo-cemento (GPA)		0
	Código de defecto de construcción		0
	Ultimo año aplicable		.
	Rugosidad después de reconstrucción (IRI)		.

POLITICA DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADA
 =====

MANTOP

Descripción MP: Bac100%+Sel20%+Ref IRI>4.0

Y-Sí/N-No.

Y	MANTENIMIENTO DE RUTINA		
	Características:	Factor de costo	1.00
Y	BACHEO	(S-Programado o R-Respuesta a la Condición)	R
	Programado:	Area a bachear (m2/km/año)	0.5
	Respuesta:	Porcentaje de baches a bachear	100.0
		Cantidad de bacheo Máximo (m2/km/año)	.
	Características:	Factor de costo	1.00
		Ultimo año aplicable	.
		Rugosidad Máxima aplicable (IRI)	.
Y	SELLO	(S-Programado o R-Respuesta a la Condición)	R
	Programado:	Intervalo entre sellos (años)	0
	Respuesta:	Area dañada Máxima permisible (%)	20.0
		Intervalo mínimo entre sellos (años)	.
		Intervalo Máximo entre sellos (años)	.
	Características:	Factor de costo	1.00
		Tipo de sello	2
		Coefficiente de resistencia del sello	0.25
		Espesor del sello (mm)	15.0
		Ultimo año aplicable	.
		Rugosidad Máxima aplicable (IRI)	.
Y	REFUERZO*	(S-Programado o R-Respuesta a la Condición)	R
	Programado:	Intervalo entre refuerzos (años)	10
	Respuesta:	Rugosidad Máxima permisible (IRI)	4.0
		Intervalo mínimo entre refuerzos (años)	.
		Intervalo Máximo entre refuerzos (años)	.
	Características:	Factor de costo	1.00
		Tipo del refuerzo	2
		Coefficiente de resistencia del refuerzo	0.40
	*SOBRECAPA	Espesor del refuerzo (mm)	50.0
		Ultimo año aplicable	.
		Rugosidad después del refuerzo (IRI)	.
N	RECONSTRUCCION	(S-Programada o R-Respuesta a la condición)	R
	Programada:	Intervalo entre reconstrucciones (años)	0
	Respuesta:	Rugosidad Máxima permisible (IRI)	0.0
		Int. mínimo entre reconstrucciones (años)	.
		Int. Máximo entre reconstrucciones (años)	.
	Características:	Factor de costo	1.00
		Nuevo número estructural	0.00
		Tipo de superficie	0
		Espesor total de las capas nuevas (mm)	0.0
		Tipo de base	0
		Si cemento estabilizado:	.
		Espesor total de las capas de base (mm)	0.0
		Módulo resiliencia suelo-cemento (GPA)	0
		Código de defecto de construcción	0
		Ultimo año aplicable	.
		Rugosidad después de reconstrucción (IRI)	.

DATOS DE LOS COSTOS UNITARIOS DE INVERSION Y MANTENIMIENTO POR TRAMOS VIALES

COSTOS UNITARIOS DE OPERACIONES
 =====

Descripción Tramo 1: Huaura - Sayan

Operación	Costos Financieros	Costos Economicos
Perfilado (Moneda por km de camino perfilado)	0.0	0.0
Bacheo de Grava Localizado (Moneda por m3)	0.00	0.00
Reposición de Grava (Moneda por m3)	0.00	0.00
Mantenimiento de Rutina No Pav (Moneda por km por año)	0	0
Bacheo (Moneda por m2)	31.17	23.38
Sello (Moneda por m2)	10.62	7.96
Refuerzo (Moneda por m2)	59.17	44.37
Reconstrucción (Moneda por m2)	0.00	0.00
Mantenimiento de Rutina Pavim. (Moneda por km por año)	10573	7930
Construcción (Miles de moneda por km)	3134.8	2476.5

Nota: La moneda de entrada es definida en el Control del An lisis

COSTOS UNITARIOS DE OPERACIONES
 =====

Descripción Tramo 2: Sayan - Puente Tingo

Operación	Costos Financieros	Costos Economicos
Perfilado (Moneda por km de camino perfilado)	4269.6	3202.2
Bacheo de Grava Localizado (Moneda por m3)	163.09	122.32
Reposición de Grava (Moneda por m3)	127.67	95.76
Mantenimiento de Rutina No Pav (Moneda por km por año)	20204	15153
Bacheo (Moneda por m2)	31.17	23.38
Sello (Moneda por m2)	10.62	7.96
Refuerzo (Moneda por m2)	59.17	44.37
Reconstrucción (Moneda por m2)	0.00	0.00
Mantenimiento de Rutina Pavim. (Moneda por km por año)	10689	8017
Construcción (Miles de moneda por km)	6243.8	4932.6

Nota: La moneda de entrada es definida en el Control del An lisis

COSTOS UNITARIOS DE OPERACIONES

=====

Descripción Tramo 3: Puente Tingo - Churin

Operación	Costos Financieros	Costos Economicos
Perfilado (Moneda por km de camino perfilado)	4269.6	3202.2
Bacheo de Grava Localizado (Moneda por m3)	163.09	122.32
Reposición de Grava (Moneda por m3)	127.67	95.76
Mantenimiento de Rutina No Pav (Moneda por km por año)	20204	15153
Bacheo (Moneda por m2)	31.17	23.38
Sello (Moneda por m2)	10.62	7.96
Refuerzo (Moneda por m2)	59.17	44.37
Reconstrucción (Moneda por m2)	0.00	0.00
Mantenimiento de Rutina Pavim. (Moneda por km por año)	10689	8017
Construcción (Miles de moneda por km)	4167.8	3292.6

Nota: La moneda de entrada es definida en el Control del An lisis

**DATOS DE LAS ESTRATEGIAS POR ALTERNATIVA HA IMPLEMENTAR POR
TRAMOS VIALES**

DEFINICION DE ESTRATEGIAS
 =====

Descripción	Tramo 1: Km.0+000 - Km.7+000	
ESTRATEGIA 1:	Situacion Base Optimizada	
Desde Año:	2011 Política: Situacion Base Optimizada	(Pav:BASEOP)
		{
		{
		}
		}
ESTRATEGIA 2:	Proyecto CA 9.0 cm.	
Desde Año:	2011 Política: Situacion Base Optimizada	(Pav:BASEOP)
	2012 Tramo 1: Km.0+000 - Km.7+000	(Con:TRAM01)
	2014 MP: Bac100%+Sel20%+Ref IRI>4.0	(Pav:MANTOP)
		{
		}
ESTRATEGIA 3:	Estrategia 1	
Desde Año:	2011 Política: Situacion Base Optimizada	(Pav:BASEOP)
	2012 Tramo 1: Km.0+000 - Km.7+000	(Con:TRAM01)
	2013 MP: Bac100%+Sel20%+Ref IRI>5.0	(Pav:MANT01)
		{
		}
ESTRATEGIA 4:	Estrategia 2	
Desde Año:	2011 Política: Situacion Base Optimizada	(Pav:BASEOP)
	2012 Tramo 1: Km.0+000 - Km.7+000	(Con:TRAM01)
	2013 MP: Bac100%+Sel50%+Ref IRI>5.0	(Pav:MANT02)
		{
		}
ESTRATEGIA 5:	No usado	
Desde Año:	2011 Política: Mantenimiento minimo	(Unp:MINIMO)
		{
		{
		}
		}

DEFINICION DE ESTRATEGIAS

=====

Descripción	Tramo 2: Km.7+000 - Km.17+000	
ESTRATEGIA 1: Desde Año:	Situacion Base Optimizada 2011 Política: Situacion Base Optimizada	(Pav:BASEOP) { { }
ESTRATEGIA 2: Desde Año:	Proyecto CA 9.0 cm. 2011 Política: Situacion Base Optimizada 2012 Tramo 2: Km.7+000 - Km.17+000 2014 MP: Bac100%+Se120%+Ref IRI>4.0	(Pav:BASEOP) (Con:TRAM02) (Pav:MANTOP) {
ESTRATEGIA 3: Desde Año:	Estrategia 1 2011 Política: Situacion Base Optimizada 2012 Tramo 2: Km.7+000 - Km.17+000 2013 MP: Bac100%+Se120%+Ref IRI>5.0	(Pav:BASEOP) (Con:TRAM02) (Pav:MANTO1) {
ESTRATEGIA 4: Desde Año:	Estrategia 2 2011 Política: Situacion Base Optimizada 2012 Tramo 2: Km.7+000 - Km.17+000 2013 MP: Bac100%+Se150%+Ref IRI>5.0	(Pav:BASEOP) (Con:TRAM02) (Pav:MANTO2) {
ESTRATEGIA 5: Desde Año:	No usado 2011 Política: Mantenimiento minimo	(Unp:MINIMO) { }

DEFINICION DE ESTRATEGIAS
 =====

Descripción	Tramo 3: Km.17+000 - Km.40+500	
ESTRATEGIA 1:	Situación Base Optimizada	
Desde Año:	2011 Política: Situación Base Optimizada	(Pav:BASEOP) ()
ESTRATEGIA 2:	Proyecto CA 9.0 cm.	
Desde Año:	2011 Política: Situación Base Optimizada	(Pav:BASEOP)
	2012 Tramo 3: Km.17+000 - Km.40+500	(Con:TRAMO3)
	2014 MP: Bac100%+Sel20%+Ref IRI>4.0	(Pav:MANTOP) ()
ESTRATEGIA 3:	Estrategia 1	
Desde Año:	2011 Política: Situación Base Optimizada	(Pav:BASEOP)
	2012 Tramo 3: Km.17+000 - Km.40+500	(Con:TRAMO3)
	2014 MP: Bac100%+Sel20%+Ref IRI>5.0	(Pav:MANTO1) ()
ESTRATEGIA 4:	Estrategia 2	
Desde Año:	2011 Política: Situación Base Optimizada	(Pav:BASEOP)
	2012 Tramo 3: Km.17+000 - Km.40+500	(Con:TRAMO3)
	2014 MP: Bac100%+Sel150%+Ref IRI>5.0	(Pav:MANTO2) ()
ESTRATEGIA 5:	No usado	
Desde Año:	2011 Política: Mantenimiento mínimo	(Unp:MINIMO) ()

DEFINICION DE ESTRATEGIAS
 =====

Descripción	Tramo 4: Km.40+500 - Km.44+500	
ESTRATEGIA 1:	Situacion Base Optimizada	
Desde Año:	2011 Política: Situacion Base Optimizada	(Pav:BASEOP)
		{
		{
		}
		}
ESTRATEGIA 2:	Proyecto CA 9.0 cm.	
Desde Año:	2011 Política: Situacion Base Optimizada	(Pav:BASEOP)
	2012 Tramo 4: Km.40+500 - Km.44+500	(Con:TRAM04)
	2014 MP: Bac100%+Sel20%+Ref IRI>4.0	(Pav:MANTOP)
		{
		}
ESTRATEGIA 3:	Estrategia 1	
Desde Año:	2011 Política: Situacion Base Optimizada	(Pav:BASEOP)
	2012 Tramo 4: Km.40+500 - Km.44+500	(Con:TRAM04)
	2014 MP: Bac100%+Sel20%+Ref IRI>5.0	(Pav:MANT01)
		{
		}
ESTRATEGIA 4:	Estrategia 2	
Desde Año:	2011 Política: Situacion Base Optimizada	(Pav:BASEOP)
	2012 Tramo 4: Km.40+500 - Km.44+500	(Con:TRAM04)
	2014 MP: Bac100%+Sel50%+Ref IRI>5.0	(Pav:MANT02)
		{
		}
ESTRATEGIA 5:	No usado	
Desde Año:	2011 Política: Mantenimiento minimo	(Unp:MINIMO)
		{
		{
		}
		}

DEFINICION DE ESTRATEGIAS

=====

Descripción	Tramo 5: Km.44+500 - Km.60+000	
ESTRATEGIA 1:	Situacion Base Optimizada	
Desde Año:	2011 Política: Mantenimiento minimo	(Unp:MINIMO)
		{
		}
		{
		}
ESTRATEGIA 2:	Proyecto CA 9.0 cm.	
Desde Año:	2011 Política: Mantenimiento minimo	(Unp:MINIMO)
	2012 Tramo 5: Km.44+500 - Km.60+000	(Con:TRAMO5)
	2014 MP: Bac100%+Sel20%+Ref IRI>4.0	(Pav:MANTOP)
		{
		}
ESTRATEGIA 3:	Estrategia 1	
Desde Año:	2011 Política: Mantenimiento minimo	(Unp:MINIMO)
	2012 Tramo 5: Km.44+500 - Km.60+000	(Con:TRAMO5)
	2014 MP: Bac100%+Sel20%+Ref IRI>5.0	(Pav:MANTO1)
		{
		}
ESTRATEGIA 4:	Estrategia 2	
Desde Año:	2011 Política: Mantenimiento minimo	(Unp:MINIMO)
	2012 Tramo 5: Km.44+500 - Km.60+000	(Con:TRAMO5)
	2014 MP: Bac100%+Sel50%+Ref IRI>5.0	(Pav:MANTO2)
		{
		}
ESTRATEGIA 5:	No usado	
Desde Año:	2011 Política: Mantenimiento minimo	(Unp:MINIMO)
		{
		}
		{
		}

DEFINICION DE ESTRATEGIAS
 =====

Descripción	Tramo 6: Km.60+000 - Km.99+300	
ESTRATEGIA 1:	Situación Base Optimizada	
Desde Año:	2011 Política: Mantenimiento mínimo	(Unp:MINIMO)
		{
		}
		(
)
ESTRATEGIA 2:	Proyecto CA 7.5 cm.	
Desde Año:	2011 Política: Mantenimiento mínimo	(Unp:MINIMO)
	2012 Tramo 6: Km.60+000 - Km.99+300	(Con:TRAMO6)
	2015 MP: Bac100%+Sel20%+Ref IRI>4.0	(Pav:MANTOP)
		{
		}
		(
)
ESTRATEGIA 3:	Estrategia 1	
Desde Año:	2011 Política: Mantenimiento mínimo	(Unp:MINIMO)
	2012 Tramo 6: Km.60+000 - Km.99+300	(Con:TRAMO6)
	2014 MP: Bac100%+Sel20%+Ref IRI>5.0	(Pav:MANTO1)
		{
		}
		(
)
ESTRATEGIA 4:	Estrategia 2	
Desde Año:	2011 Política: Mantenimiento mínimo	(Unp:MINIMO)
	2012 Tramo 6: Km.60+000 - Km.99+300	(Con:TRAMO6)
	2014 MP: Bac100%+Sel50%+Ref IRI>5.0	(Pav:MANTO2)
		{
		}
		(
)
ESTRATEGIA 5:	No usado	
Desde Año:	2011 Política: Mantenimiento mínimo	(Unp:MINIMO)
		{
		}
		(
)

DEFINICION DE ESTRATEGIAS

=====

Descripción	Tramo 7: Km.100+660 - Km.105+740	
ESTRATEGIA 1:	Situación Base Optimizada	
Desde Año:	2011 Política: Mantenimiento mínimo	(Unp:MINIMO)
		{
		}
ESTRATEGIA 2:	Proyecto CA 7.5 cm.	
Desde Año:	2011 Política: Mantenimiento mínimo	(Unp:MINIMO)
	2012 Tramo 7: Km.100+660- Km.105+740	(Con:TRAMO7)
	2014 MP: Bac100%+Sel20%+Ref IRI>4.0	(Pav:MANTOP)
		{
		}
ESTRATEGIA 3:	Estrategia 1	
Desde Año:	2011 Política: Mantenimiento mínimo	(Unp:MINIMO)
	2012 Tramo 7: Km.100+660- Km.105+740	(Con:TRAMO7)
	2014 MP: Bac100%+Sel20%+Ref IRI>5.0	(Pav:MANTO1)
		{
		}
ESTRATEGIA 4:	Estrategia 2	
Desde Año:	2011 Política: Mantenimiento mínimo	(Unp:MINIMO)
	2012 Tramo 7: Km.100+660- Km.105+740	(Con:TRAMO7)
	2014 MP: Bac100%+Sel50%+Ref IRI>5.0	(Pav:MANTO2)
		{
		}
ESTRATEGIA 5:	No usado	
Desde Año:	2011 Política: Mantenimiento mínimo	(Unp:MINIMO)
		{
		}

ANEXO 2: DATOS DE ENTRADA AL HDM 4

1-Auto		
Definición		
Tipo Base :	Cochete Medio	Info: medium passenger cars
Categoría:	Motorizado	Método de vida: Vida constante
Características Básicas		
PCSE: 1.00	Coste recauchutado: 15%	Uso privado: 100%
No. de ruedas: 4	ESALF: 0.00	Pasajeros: 4
No. de ejes: 2	Km anuales: 25,000 km/año	Viajes de trabajo: 100%
Tipo de rueda: Radial	Horas trabajo: 480 horas	Peso en marcha: 1.37 t
No. bsdlo recauchut.: 1.30	Vida media: 10 años	
Costes unitarios económicos		
Vehículo Nuevo: 37,157	Trabajo mantenimiento: 7.24 por hora	Tiempo trabajo pasajero: 4.40 por hora
Rueda de repuesto: 125.00	Gastos personal: 0	Tiempo de ocio: 0
Combustible: 1.50 por litro	Gastos generales: 0	Tiempo retraso carga: 0
Aceite lubricante: 11.82 por litro	Interés anual: 14.00%	
Fuerzas		
Area frontal: 1.90 m²	Potencia frenado: 20 KW	Resist. rodadura a2: 0.01
CD: 0.42	Potencia nominal: 70 KW	FPLIM: 1.00
Multiplicador CD: 1.10	Resist. rodadura a0: 0.07	
Potencia motor: 33 KW	Resist. rodadura a1: 0.05	
Velocidad		
VCURVE_a0: 3.90	Bituminoso VDES2: 90.00 km/h	Sin pavim. CW1: 4.00m
VCURVE_a1: 0.34	Bituminoso VDESa0: 0.00 × 10 ⁻⁸	Sin pavim. CW2: 6.80m
VROUGH_a0: 1.15	Bituminoso VDESa1: 2.90	Hormigón VDES2: 90.00 km/h
ARVMAX: 203 mm/s	Bituminoso VDESa2: 0.75	Hormigón VDESa0: 0.00 × 10 ⁻⁸
Velocidad beta: 0.15	Bituminoso CW1: 4.00	Hormigón VDESa1: 2.90
Velocidad sigma: 0.00	Bituminoso CW2: 6.80	Hormigón VDESa2: 0.75
COV: 0.15	Sin pavim. VDES2: 35.00 km/h	Hormigón CW1: 4.00m
CGR_a0: 94.90	Sin pavim. VDESa0: 0.00 × 10 ⁻⁸	Hormigón CW2: 6.80m
CGR_a1: 0.65	Sin pavim. VDESa1: 2.90	
CGR_a2: 2.80	Sin pavim. VDESa2: 0.75	
Combustible		
RPM_a0: 2,280 RPM	IDLE_FUEL: 0.35 mL/s	PCTPENG: 80.00%
RPM_a1: 17.00 RPM/(m/s)	ZETAB: 0.057 mL/kW/s	Kpea: 1.00
RPM_a2: 0.63 RPM/(m/s)²	EHP: 0.25	Pérd. contam. aceite: 0.40 L/1000km
RPM_a3: 42.00 m/s	EDT: 0.90	Pérd. uso aceite: 0.0023 L/1000km
RPM_IDLE: 800 RPM	PACCS_a0: 0.20	
Efectos Aceleración		
Sigma amaxv: 0.75 m/s²	NMTAMAX: 0.40 m/s²	AMAXRI: 20.00 m/s²
FRIAMAX: 0.20 m/s²	RIAMAX: 0.30 m/s²	
Ruedas		
Diam. rueda: 0.60 m	Coef. desgaste: 0.00204 dm³/J-m	Vol. desgastable goma: 1.40 dm³
Término cte: 0.02516 dm³	Factor efecto congest.: 0.10	
Mantenimiento		
Término cte piezas: 36.94	Efecto edad piezas: 0.308	Término cte. trabajo: 77.14
Efecto regul. piezas: 6.20	Factor desg. piezas: 0.25	Exponente trabajo piezas: 0.550
Factor rotación piezas: 1.00	Límite regul. piezas: 6.20	Factor rotac. trabajo: 1.00
Efecto transi. piezas: 0.00	Factor cong. piezas: 0.10	Factor transi. trabajo: 0.00
Vida óptima		
Coef. Regresión. 1: -55.8553	Mín valor residual: 2.00%	Max umbral regularidad: 5.00 IRI
Coef. Regresión. 2: -1.9194	Max valor residual: 15.00%	
Emisiones		
Hidrocarburo k0: 1.00	óxido nítrico k0: 1.00	dióxido carbono k0: 1.00
Hidrocarburo k1: 1.00	óxido nítrico k1: 1.00	dióxido azufre k0: 1.00
monóxido de carbono k0: 1.00	Partículas k0: 1.00	Piomo k0: 1.00
monóxido de carbono k1: 1.00	Partículas k1: 1.00	
Energía		
Usada en producc.: 100 GJ	% vehic. hechos en país: 10.00%	Peso en vacío: 1.00 t
% piezas hechas país: 10.00%	Peso neumático: 3.50 kg	

2-Pick-up

Definición		
Tipo Base :	Vehículo Reparto	Info: panel van, utility, or pickup truck
Categoría:	Motorizado	Método de Vía: Vía constante
Características Básicas		
PCSE: 1.00	Coste recauchutado: 15%	Uso privado: 100%
No. de ruedas: 4	ESALF: 0.00	Pasajeros: 10
No. de ejes: 2	Km anuales: 40,000 km/año	Viajes de trabajo: 100%
Tipo de rueda: Radial	Horas trabajo: 950 horas	Peso en marcha: 2.18 t
No. basillo recauchut.: 1.30	Vía media: 8 años	
Costes unitarios económicos		
Vehículo Nuevo: 54,027	Trabajo mantenimiento: 7.24 por hora	Tiempo trabajo pasajero: 4.40 por hora
Rueda de repuesto: 211.70	Gastos personal: 3.10 por hora	Tiempo de ocio: 0
Combustible: 1.80 por litro	Gastos generales: 0	Tiempo retraso carga: 0.36 por hora
Aceite lubricante: 11.82 por litro	Interés anual: 14.00%	
Fuerzas		
Área frontal: 2.00 m ²	Potencia frenado: 25 KW	Resist. rodadura a2: 0.01
CD: 0.50	Potencia nominal: 60 KW	FPLIM: 1.00
Multiplicador CD1.11	Resist. rodadura s037.00	
Potencia motor: 40 KW	Resist. rodadura a1: 0.05	
Velocidad		
VCURVE_s0: 3.90	Bituminoso VDES2: 90.00 km/h	Sin pavim. CW1: 4.00m
VCURVE_a1: 0.34	Bituminoso VDESs0: 0.00 × 10 ⁻²	Sin pavim. CW2: 6.80m
VROUGH_s0: 1.15	Bituminoso VDESa1: 2.90	Hormigón VDES2: 90.00 km/h
ARVMAX: 203 mm/s	Bituminoso VDESa2: 0.75	Hormigón VDESs0: 0.00 × 10 ⁻²
Velocidad beta: 0.15	Bituminoso CW1: 4.00	Hormigón VDESa1: 2.90
Velocidad sigma: 0.00	Bituminoso CW2: 6.80	Hormigón VDESa2: 0.75
COV: 0.15	Sin pavim. VDES2: 30.00 km/h	Hormigón CW1: 4.00m
CGR_s0: 94.90	Sin pavim. VDESs0: 0.00 × 10 ⁻²	Hormigón CW2: 6.80m
CGR_a1: 0.85	Sin pavim. VDESa1: 2.90	
CGR_a2: 2.60	Sin pavim. VDESa2: 0.75	
Combustible		
RPM_s0: 2,490 RPM	IDLE_FUEL: 0.45 mL/s	PCTPENG: 80.00%
RPM_a1: -20.40 RPM/(m/s)	ZETAB: 0.067 mL/KW/s	Kpa: 1.00
RPM_a2: 2.25 RPM/(m/s) ²	EHP: 0.25	Pérd. contám. aceite: 0.67 L/1000km
RPM_a3: 34.00 m/s	EDT: 0.90	Pérd. uso aceite: 0.0028 L/1000km
RPM_IDLE: 800 RPM	PACCS_s0: 0.20	
Efectos Aceleración		
Sigma amaxv: 0.75 m/s ²	NMTAMAX: 0.40 m/s ²	AMAXRI: 20.00 m/s ²
FRIAMAX: 0.20 m/s ²	RIAMAX: 0.30 m/s ²	
Ruedas		
Diám. rueda: 0.70 m	Coef. desgastable: 0.00187 dm ² /J-m	Vol. desgastable goma: 1.60 dm ³
Término cte: 0.02400 dm ²	Factor efecto congest.: 0.10	
Mantenimiento		
Término cte piezas: 35.94	Efecto edad piezas: 0.308	Término cte. trabajo: 77.14
Efecto regul. piezas: 6.20	Factor desg. piezas: 0.25	Exponente trabajo piezas: 0.550
Factor rotación piezas: 1.00	Límite regul. piezas: 6.20	Factor rotac. trabajo: 1.00
Efecto transl. piezas: 0.00	Factor cong. piezas: 0.10	Factor transl. trabajo: 0.00
Vida óptima		
Coef. Regresión. 1: -65.8553	Min valor residual: 2.00%	Max umbral regularidad: 5.00 IRI
Coef. Regresión. 2: -1.9194	Max valor residual: 15.00%	
Emisiones		
Hidrocarburo k0: 1.00	óxido nítrico k0: 1.00	dióxido carbono k0: 1.00
Hidrocarburo k1: 1.00	óxido nítrico k1: 1.00	dióxido azufre k0: 1.00
monóxido de carbono k0: 1.00	Partículas k0: 1.00	Piomo k0: 1.00
monóxido de carbono k1: 1.00	Partículas k1: 1.00	
Energía		
Usada en producc.: 140 GJ	% vehic. hechos en país: 10.00%	Peso en vacío: 1.30 t
% piezas hechas país: 10.00%	Peso neumático: 4.00 kg	

3-Bus			
Definición			
Tipo Base :	Autobus Pasado	Info:	multi-axle or large two-axle bus
Categoría:	Motorizado	Método de vida:	Vida constante
Características Básicas			
PCSE:	1.60	Coste recauchutado:	15%
No. de ruedas:	6	ESALF:	3.40
No. de ejes:	2	Km anuales:	120,000 km/año
Tipo de rueda:	Diagonal	Horas trabajo:	2,495 horas
No. basico recauchut.:	1.30	Vida media:	10 años
		Uso privado:	100%
		Pasajeros:	45
		Viajes de trabajo:	100%
		Peso en marcha:	13.63 t
Costes unitarios económicos			
Vehículo Nuevo:	262,890	Trabajo mantenimiento:	8.27 por hora
Rueda de repuesto:	941.00	Gastos personal:	10.60 por hora
Combustible:	1.80 por litro	Gastos generales:	0
Aceite lubricante:	11.82 por litro	Interés anual:	14.00%
		Tiempo trabajo pasajero:	2.64 por hora
		Tiempo de ocio:	0
		Tiempo retraso carga:	0.27 por hora
Fuerzas			
Area frontal:	6.50 m ²	Potencia frenado:	120 kW
CD:	0.65	Potencia nominal:	130 kW
Multiplicador CD1:	1.14	Resist. rodadura a2:	0.07
Potencia motor:	120 kW	Resist. rodadura a1:	0.05
		Resist. rodadura a2:	0.01
		FPLIM:	1.00
Velocidad			
VCURVE_a0:	4.60	Bituminoso VDES2:	70.00 km/h
VCURVE_a1:	0.25	Bituminoso VDESa0:	0.00 × 10 ⁻⁴
VROUGH_a0:	1.15	Bituminoso VDESa1:	0.60
ARVMAX:	180 mm/s	Bituminoso VDESa2:	0.75
Velocidad data:	0.11	Bituminoso CW1:	4.00
Velocidad sigma:	0.00	Bituminoso CW2:	6.80
COV:	0.15	Sin pavim. VDES2:	25.00 km/h
CGR_a0:	94.90	Sin pavim. VDESa0:	0.00 × 10 ⁻⁴
CGR_a1:	0.85	Sin pavim. VDESa1:	0.60
CGR_a2:	2.80	Sin pavim. VDESa2:	0.75
		Sin pavim. CW1:	4.00m
		Sin pavim. CW2:	6.80m
		Hormigón VDES2:	70.00 km/h
		Hormigón VDESa0:	0.00 × 10 ⁻⁴
		Hormigón VDESa1:	0.60
		Hormigón VDESa2:	0.75
		Hormigón CW1:	4.00m
		Hormigón CW2:	6.80m
Combustible			
RPM_a0:	1,167 RPM	IDLE_FUEL:	1.12 mL/s
RPM_a1:	-24.00 RPM/(m/s)	ZETAB:	0.057 mL/kW/s
RPM_a2:	1.75 RPM/(m/s) ²	EHP:	0.10
RPM_a3:	22.00 m/s	EDT:	0.56
RPM_IDLE:	500 RPM	PACCS_a0:	0.20
		PCTPENG:	80.00%
		Kpa:	1.00
		Pérd. contam. aceite:	2.50 L/1000km
		Pérd. uso aceite:	0.0021 L/1000km
Efectos Aceleración			
Sigma antaxv:	0.75 m/s ²	NMTAMAX:	0.40 m/s ²
FRIAMAX:	0.20 m/s ²	RIAMAX:	0.30 m/s ²
		AMAXRI:	20.00 m/s ²
Ruedas			
Diám. rueda:	1.05 m	Coef. desgaste:	0.00241 dm ³ /J-m
Término cte:	0.03088 dm ³	Factor efecto congeat.:	0.10
		Vol. desgastable goma:	8.00 dm ³
Mantenimiento			
Término cte piezas:	0.55	Efecto edad piezas:	0.483
Efecto regul. piezas:	0.46	Factor desg. piezas:	0.25
Factor rotacion piezas:	1.00	Límite regul. piezas:	0.45
Efecto transl. piezas:	0.00	Factor cong. piezas:	0.10
		Término cte. trabajo:	293.44
		Exponente trabajo piezas:	0.520
		Factor rotac. trabajo:	1.00
		Factor transl. trabajo:	0.00
Vida optima			
Coef. Regresión. 1:	-65.8553	Mín valor residual:	2.00%
Coef. Regresión. 2:	-1.2124	Max valor residual:	15.00%
		Max umbral regularidad:	5.00 IRI
Emisiones			
Hidrocarburo k0:	1.00	óxido nítrico k0:	1.00
Hidrocarburo k1:	1.00	óxido nítrico k1:	1.00
monóxido de carbono k0:	1.00	Partículas k0:	1.00
monóxido de carbono k1:	1.00	Partículas k1:	1.00
		dióxido carbono k0:	1.00
		dióxido azufre k0:	1.00
		Plomo k0:	1.00
Energía			
Usada en producc.:	1,000 GJ	% vehic. hechos en país:	10.00%
% piezas hechas país:	10.00%	Peso neumático:	11.20 kg
		Peso en vacío:	8.00 t

4-Camion Ligero		
Definición		
Tipo Base :	Camion Ligero	Info: small two-axle rigid truck (approx. < 3.5
Categoría:	Motorizado	Método de visa: Visa constante
Características Básicas		
PCSE: 1.30	Coste recauchutado: 15%	Uso privado: 100%
No. de ruedas: 6	ESALF: 3.40	Pasajeros: 2
No. de ejes: 2	Km anuales: 60,000 km/año	Viajes de trabajo: 100%
Tipo de rueda: Diagonal	Horas trabajo: 1,440 horas	Peso en marcha: 6.85 t
No. basillo recauchut.: 1.30	Visa media: 8 años	
Costes unitarios económicos		
Veículo Nuevo: 213,210	Trabajo mantenimiento: 8.27 por hora	Tiempo trabajo pasajero: 2.64 por hora
Rueda de repuesto: 390.00	Gastos personal: 6.20 por hora	Tiempo de ocio: 0
Combustible: 1.50 por litro	Gastos generales: 0	Tiempo retraso carga: 0.27 por hora
Aceite lubricante: 11.52 por litro	Interés anual: 14.00%	
Fuerzas		
Area frontal: 4.00 m ²	Potencia frenado: 65 kW	Resist. rodadura a2: 0.01
CD: 0.55	Potencia nominal: 75 kW	FPLIM: 1.00
Multiplicador CD: 1.13	Resist. rodadura a0: 0.07	
Potencia motor: 50 kW	Resist. rodadura a1: 0.05	
Velocidad		
VCURVE_a0: 4.80	Bituminoso VDES2: 70.00 km/h	Sin pavim. CW1: 4.00m
VCURVE_a1: 0.29	Bituminoso VDESa0: 0.00 × 10 ⁻³	Sin pavim. CW2: 5.80m
VROUGH_a0: 1.15	Bituminoso VDESa1: 0.70	Hormigón VDES2: 70.00 km/h
ARVMAX: 200 mm/s	Bituminoso VDESa2: 0.75	Hormigón VDESa0: 0.00 × 10 ⁻³
Velocidad beta: 0.19	Bituminoso CW1: 4.00	Hormigón VDESa1: 0.70
Velocidad sigma: 0.00	Bituminoso CW2: 5.80	Hormigón VDESa2: 0.75
COV: 0.15	Sin pavim. VDES2: 25.00 km/h	Hormigón CW1: 4.00m
CGR_a0: 94.90	Sin pavim. VDESa0: 0.00 × 10 ⁻³	Hormigón CW2: 5.80m
CGR_a1: 0.85	Sin pavim. VDESa1: 0.70	
CGR_a2: 2.80	Sin pavim. VDESa2: 0.75	
Combustible		
RPM_a0: 1,214 RPM	IDLE_FUEL: 0.37 mL/s	PCTPENG: 50.00%
RPM_a1: 17.60 RPM/(m/s)	ZETAB: 0.057 mL/kW/s	Kpes: 1.00
RPM_a2: 2.32 RPM/(m/s) ²	EHP: 0.10	Pérd. contam. aceite: 1.56 L/1000km
RPM_a3: 22.00 m/s	EDT: 0.85	Perd. uso aceite: 0.0021 L/1000km
RPM_IDLE: 500 RPM	PACCS_a0: 0.20	
Efectos Aceleración		
Sigma amaxv: 0.75 m/s ²	NMTAMAX: 0.40 m/s ²	AMAXRI: 20.00 m/s ²
FRIAMAX: 0.20 m/s ²	RIAMAX: 0.30 m/s ²	
Ruedas		
Diám. rueda: 0.80 m	Coef. desgaste: 0.00187 dm ³ /J-m	Vol. desgastable goma: 1.60 dm ³
Término cte: 0.02400 dm ³	Factor efecto congest.: 0.10	
Mantenimiento		
Término cte piezas: 7.29	Efecto edad piezas: 0.371	Término cte. trabajo: 242.03
Efecto regul. piezas: 2.95	Factor desg. piezas: 0.25	Exponente trabajo piezas: 0.520 ⁷
Factor rotacion piezas: 1.00	Límite regul. piezas: 2.95	Factor rotac. trabajo: 1.00
Efecto transl. piezas: 0.00	Factor cong. piezas: 0.10	Factor transl. trabajo: 0.00
Vida optima		
Coef. Regresión. 1: -65.8553	Min valor residual: 2.00%	Max umbral regularidad: 5.00 IRI
Coef. Regresión. 2: -1.9194	Max valor residual: 15.00%	
Emisiones		
Hidrocarburo k0: 1.00	óxido nítrico k0: 1.00	dióxido carbono k0: 1.00
Hidrocarburo k1: 1.00	óxido nítrico k1: 1.00	dióxido azufre k0: 1.00
monóxido de carbono k0: 1.00	Partículas k0: 1.00	Plomo k0: 1.00
monóxido de carbono k1: 1.00	Partículas k1: 1.00	
Energía		
Usada en producc.: 400 GJ	% vehio. hechos en país: 10.00%	Peso en vacío: 1.80 t
% piezas hechas país: 10.00%	Peso neumático: 7.00 kg	

5-Camión Mediano			
Definición			
Tipo Base :	Camión Medio	Info:	medium two-axle rigid truck (~ 3.5 tonnes)
Categoría:	Motorizado	Método de vida:	Vida constante
Características Básicas			
PCSE:	1.40	Coste recauchutado:	15%
No. de ruedas:	6	ESALF:	3.40
No. de ejes:	2	Km anuales:	90,000 km/año
Tipo de rueda:	Diagonal	Horas trabajo:	2,400 horas
No. basico recauchut.:	1.30	Vida media:	10 años
Uso privado:	0%	Pasajeros:	1
Viajes de trabajo:	100%	Peso en marcha:	15.40 t
Costes unitarios económicos			
Vehículo Nuevo:	251,441	Trabajo mantenimiento:	8.27 por hora
Rueda de repuesto:	941.00	Gastos personal:	7.76 por hora
Combustible:	1.80 por litro	Gastos generales:	0
Aceite lubricante:	11.82 por litro	Interés anual:	14.00%
Tiempo trabajo pasajero:	2.64 por hora	Tiempo de ocio:	0
Tiempo retraso carga:	0.27 por hora		
Fuerzas			
Area frontal:	5.00 m²	Potencia frenado:	70 KW
CD:	0.50	Potencia nominal:	100 KW
Multiplicador CD:	1.13	Resist. rodadura a0:	0.07
Potencia motor:	87 KW	Resist. rodadura a1:	0.05
Resist. rodadura a2:	0.01	FPLIM:	1.00
Velocidad			
VCURVE_a0:	4.80	Bituminoso VDES2:	50.00 km/h
VCURVE_a1:	0.29	Bituminoso VDESa0:	0.00 × 10 ⁻⁴
VROUGH_a0:	1.15	Bituminoso VDESa1:	0.70
ARVMAX:	200 mm/s	Bituminoso VDESa2:	0.75
Velocidad beta:	0.16	Bituminoso CW1:	4.00
Velocidad sigma:	0.00	Bituminoso CW2:	5.80
COV:	0.15	Sin pavim. VDES2:	20.00 km/h
CGR_a0:	94.90	Sin pavim. VDESa0:	0.00 × 10 ⁻⁴
CGR_a1:	0.85	Sin pavim. VDESa1:	0.70
CGR_a2:	2.80	Sin pavim. VDESa2:	0.75
Sin pavim. CW1:	4.00m	Sin pavim. CW2:	5.80m
Hormigón VDES2:	60.00 km/h	Hormigón VDESa0:	0.00 × 10 ⁻⁴
Hormigón VDESa1:	0.70	Hormigón VDESa2:	0.75
Hormigón CW1:	4.00m	Hormigón CW2:	5.80m
Combustible			
RPM_a0:	1,214 RPM	IDLE_FUEL:	0.37 mL/s
RPM_a1:	17.60 RPM/(m/s)	ZETAB:	0.057 mL/kW/s
RPM_a2:	2.32 RPM/(m/s)²	EHP:	0.10
RPM_a3:	22.00 m/s	EDT:	0.86
RPM_IDLE:	500 RPM	PACCS_a0:	0.20
PCTPENG:	50.00%	Kpa:	1.00
Pérd. contam. aceite:	1.55 L/1000km	Pérd. uso aceite:	0.0021 L/1000km
Efectos Aceleración			
Sigma amax:	0.75 m/s²	NMTAMAX:	0.40 m/s²
FRIAMAX:	0.20 m/s²	RIAMAX:	0.30 m/s²
AMAXRI:	20.00 m/s²		
Ruedas			
Diám. rueda:	1.05 m	Coef. desgaste:	0.00201 dm³/J-m
Término cie:	0.02585 dm²	Factor efecto congest.:	0.10
Vol. desgastable goma:	6.00 dm³		
Mantenimiento			
Térm. cie piezas:	11.53	Efecto edad piezas:	0.371
Efecto regul. piezas:	2.96	Factor desg. piezas:	0.25
Factor rotación piezas:	1.00	Límite regul. piezas:	2.96
Efecto transl. piezas:	0.00	Factor cong. piezas:	0.10
Térm. cie. trabajo:	242.03	Exponente trabajo piezas:	0.620
Factor rotac. trabajo:	1.00	Factor transl. trabajo:	0.00
Vida optima			
Coef. Regresión. 1:	-65.8553	Min valor residual:	2.00%
Coef. Regresión. 2:	-1.9194	Max valor residual:	15.00%
Max umbral regularidad:	5.00 IRI		
Emisiones			
Hidrocarburo k0:	1.00	óxido nítrico k0:	1.00
Hidrocarburo k1:	1.00	óxido nítrico k1:	1.00
monóxido de carbono k0:	1.00	Partículas k0:	1.00
monóxido de carbono k1:	1.00	Partículas k1:	1.00
dioxido carbono k0:	1.00	Plomo k0:	1.00
dioxido azufre k0:	1.00		
Energía			
Usada en producc.:	600 GJ	% vehic. hechos en país:	10.00%
% piezas hechas país:	10.00%	Peso neumático:	12.40 kg
Peso en vacío:	4.50 t		

6-Camión Pesado			
Definición			
Tipo Base :	Camión Pesado	Info:	multi-axle rigid truck
Categoría:	Motorizado	Método de vida:	Vida constante
Características Básicas			
POSE:	1.60	Coste recauchutado:	15%
No. de ruedas:	10	ESALF:	3.40
No. de ejes:	3	Km anuales:	100,000 km/año
Tipo de rueda:	Diagonal	Horas trabajo:	2,400 horas
No. bastio recauchut.:	1.30	Vida media:	10 años
		Uso privado:	100%
		Pasajeros:	1
		Viajes de trabajo:	100%
		Peso en marcha:	23.05 t
Costes unitarios económicos			
Vehículo Nuevo:	314,702	Trabajo mantenimiento:	8.27 por hora
Rueda de repuesto:	1,179.40	Gastos personal:	9.05 por hora
Combustible:	1.60 por litro	Gastos generales:	0
Aceite lubricante:	11.62 por litro	Interés anual:	14.00%
		Tiempo trabajo pasajero:	2.64 por hora
		Tiempo de ocio:	0
		Tiempo retraso carga:	0.27 por hora
Fuerzas			
Area frontal:	8.50 m ²	Potencia frenado:	255 kW
CD:	0.70	Potencia nominal:	280 kW
Multiplicador CD:	1.14	Resist. rodadura a0:	0.07
Potencia motor:	227 kW	Resist. rodadura a1:	0.05
		Resist. rodadura a2:	0.01
		FPLIM:	1.00
Velocidad			
VCURVE_a0:	4.60	Bituminoso VDES2:	60.00 km/h
VCURVE_s1:	0.28	Bituminoso VDESa0:	0.00 × 10 ⁻³
VROUGH_a0:	1.15	Bituminoso VDESa1:	0.70
ARVMAX:	180 mm/s	Bituminoso VDESa2:	0.75
Velocidad beta:	0.11	Bituminoso CW1:	4.00
Velocidad sigma:	0.00	Bituminoso CW2:	6.80
COV:	0.15	Sin pavim. VDES:	20.00 km/h
CGR_a0:	94.90	Sin pavim. VDESa0:	0.00 × 10 ⁻³
CGR_s1:	0.85	Sin pavim. VDESa1:	0.70
CGR_s2:	2.80	Sin pavim. VDESa2:	0.75
		Sin pavim. CW1:	4.00m
		Sin pavim. CW2:	6.80m
		Hormigón VDES2:	60.00 km/h
		Hormigón VDESa0:	0.00 × 10 ⁻³
		Hormigón VDESa1:	0.70
		Hormigón VDESa2:	0.75
		Hormigón CW1:	4.00m
		Hormigón CW2:	6.80m
Combustible			
RPM_a0:	1,167 RPM	IDLE_FUEL:	1.12 mL/s
RPM_s1:	-24.00 RPM/(m/s)	ZETAB:	0.056 mL/kWh
RPM_s2:	1.76 RPM/(m/s) ²	EHP:	0.10
RPM_s3:	22.00 m/s	EDT:	0.85
RPM_IDLE:	500 RPM	PACCS_a0:	0.20
		PCTPENG:	60.00%
		Kpsa:	1.00
		Pérd. contam. aceite:	3.10 L/1000km
		Pérd. uso aceite:	0.0021 L/1000km
Efectos Aceleración			
Sigma amax:	0.75 m/s ²	NMTAMAX:	0.40 m/s ²
FRIAMAX:	0.20 m/s ²	RIAMAX:	0.30 m/s ²
		AMAXRI:	20.00 m/s ²
Ruedas			
Dim. rueda:	1.05 m	Coef. desgaste:	0.00275 dm ² /J-m
Término de:	0.03523 cm ²	Factor efecto congest.:	0.10
		Vol. desgastable goma:	8.00 dm ³
Mantenimiento			
Término de piezas:	11.58	Efecto edad piezas:	0.371
Efecto regul. piezas:	2.95	Factor desg. piezas:	0.25
Factor rotación piezas:	1.00	Límite regul. piezas:	2.95
Efecto transl. piezas:	0.00	Factor cong. piezas:	0.10
		Término de trabajo:	301.46
		Exponente trabajo piezas:	0.520
		Factor rotac. trabajo:	1.00
		Factor transl. trabajo:	0.00
Vida optima			
Coef. Regresión. 1:	-65.8553	Min valor residual:	2.00%
Coef. Regresión. 2:	-1.9194	Max valor residual:	15.00%
		Max umbral regularidad:	5.00 IRI
Emisiones			
Hidrocarburo k0:	1.00	óxido nítrico k0:	1.00
Hidrocarburo k1:	1.00	óxido nítrico k1:	1.00
monóxido de carbono k0:	1.00	Partículas k0:	1.00
monóxido de carbono k1:	1.00	Partículas k1:	1.00
		dióxido carbono k0:	1.00
		dióxido azufre k0:	1.00
		Plomo k0:	1.00
Energía			
Usada en produc.:	1,000 GJ	% vehic. hechos en país:	10.00%
% piezas hechas país:	10.00%	Peso neumático:	12.40 kg
		Peso en vacío:	9.00 t

7-Articulado			
Definición			
Tipo Base :	Camión Articulado	Info:	articulated truck or truck with drawbar tr
Categoría:	Motorizado	Método de vida:	Vida constante
Características Básicas			
PCSE:	1.80	Coste recauchutado:	15%
No. de ruedas:	18	ESALF:	3.40
No. de ejes:	5	Km anuales:	100,000 km/año
Tipo de rueda:	Diagonal	Horas trabajo:	2,400 horas
No. basico recauchut.:	1.30	Vida maala:	10 años
Uso privado:	100%	Pasajeros:	0
Viajes de trabajo:	100%	Peso en marcha:	35.35 t
Costes unitarios económicos			
Vehículo Nuevo:	350,284	Trabajo mantenimiento:	3.27 por hora
Rueda de repuesto:	1,179.40	Gastos personal:	9.05 por hora
Combustible:	1.80 por litro	Gastos generales:	0
Aceite lubricante:	11.82 por litro	Interés anual:	14.00%
Tiempo trabajo pasajero:	2.64 por hora	Tiempo de ocio:	0
Tiempo retraso carga:	0.27 por hora		
Fuerzas			
Área frontal:	9.00 m ²	Potencia frenado:	255 kW
CD:	0.80	Potencia nominal:	300 kW
Multiplicador CD1:	2.22	Resist. rodadura a037.00	
Potencia motor:	227 kW	Resist. rodadura a1:	0.05
Resist. rodadura a2:	0.01	FPLIM:	1.00
Velocidad			
VCURVE_a0:	4.20	Bituminoso VDES2:	60.00 km/h
VCURVE_a1:	0.27	Bituminoso VDESa0:	0.00 * 10 ⁻³
VROUGH_a0:	1.15	Bituminoso VDESa1:	0.70
ARVMAX:	160 mm/s	Bituminoso VDESa2:	0.75
Velocidad bata:	0.11	Bituminoso CW1:	4.00
Velocidad sigma:	0.00	Bituminoso CW2:	5.80
COV:	0.15	Sin pavim. VDES2:	20.00 km/h
CGR_a0:	94.90	Sin pavim. VDESa0:	0.00 * 10 ⁻³
CGR_a1:	0.85	Sin pavim. VDESa1:	0.70
CGR_a2:	2.80	Sin pavim. VDESa2:	0.75
Sin pavim. CW1:	4.00m	Sin pavim. CW2:	5.80m
Hormigón VDES2:	60.00 km/h	Hormigón VDESa0:	0.00 * 10 ⁻³
Hormigón VDESa1:	0.70	Hormigón VDESa2:	0.75
Hormigón CW1:	4.00m	Hormigón CW2:	5.80m
Combustible			
RPM_a0:	1,167 RPM	IDLE_FUEL:	1.12 mL/s
RPM_a1:	-24.00 RPM/(m/s)	ZETA5:	0.055 mL/KW/s
RPM_a2:	1.76 RPM/(m/s) ²	EHP:	0.10
RPM_a3:	22.00 m/s	EDT:	0.85
RPM_IDLE:	500 RPM	PACCS_a0:	0.20
PCTPENG:	20.00%	Kpa2:	1.00
Pérd. contam. aceite:	3.10 L/1000km	Pérd. uso aceite:	0.0021 L/1000km
Efectos Aceleración			
Sigma amaxv:	0.75 m/s ²	NMTAMAX:	0.40 m/s ²
FRIAMAX:	0.20 m/s ²	RIAMAX:	0.30 m/s ²
AMAXRI:	20.00 m/s ²		
Ruedas			
Diám. rueda:	1.05 m	Coef. desgaste:	0.00311 dm ³ /J-m
Término cte:	0.03985 dm ³	Factor efecto congest.:	0.10
Vol. desgastable goma:	8.00 dm ³		
Mantenimiento			
Térm. cte piezas:	13.53	Efecto edad piezas:	0.371
Efecto regul. piezas:	2.96	Factor desg. piezas:	0.25
Factor rotación piezas:	1.00	Límite regul. piezas:	2.96
Efecto transl. piezas:	0.00	Factor cong. piezas:	0.10
Térm. cte. trabajo:	301.46	Exponente trabajo piezas:	0.520
Factor rotac. trabajo:	1.00	Factor transl. trabajo:	0.00
Vida óptima			
Coef. Regresión. 1:	-65.8553	Mín valor residual:	2.00%
Coef. Regresión. 2:	-1.9194	Max valor residual:	15.00%
Max umbral regularidad:	5.00 IRI		
Emisiones			
Hidrocarburo k0:	1.00	óxido nítrico k0:	1.00
Hidrocarburo k1:	1.00	óxido nítrico k1:	1.00
monóxido de carbono k0:	1.00	Partículas k0:	1.00
monóxido de carbono k1:	1.00	Partículas k1:	1.00
dioxido carbono k0:	1.00	dioxido azufre k0:	1.00
Plomo k0:	1.00		
Energía			
Usada en producc.:	1,500 GJ	% vehic. hechos en país:	10.00%
% piezas hechas país:	10.00%	Peso neumático:	13.70 kg
Peso en vacío:	11.00 t		

H D M - 4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Tramos de carretera - Tramo por hoja

Nombre del estudio: Mej Carretera Huaura - Sayan - Churin (solo tramo 6)

Fecha ejecución: 15-02-2013

Tramo 6 / Tramo 6: Km. 60+000 - Km. 99+300

Definición

Nombre del tramo: Tramo 6: Km. 60+000 - Km. 99+3	Zona climática: Costa	Ancho arcén: 0.00 m
ID del tramo: Tramo6	Clase de carretera: Primaria	Numero de carriles: 2
Nombre del itinerario: PE18	Tipo de superficie: Sin Pavimentar	IMD motorizado: 308
ID del itinerario: 18	Tipo de firma: Grava	IMD no motorizado: 0
Tipo de vel/capacidad: carretera 2 carriles estándar	Longitud: 39.00 km	Año de la IMD: 2011
Modelo de tráfico: Inter-urbano	Ancho calzada: 4.40 m	Sentido tráfico: Dos sentidos

Geometría

Rampa + Pendiente: 60 m/km	Límite de velocidad: 80 km/h
Curv. horizont. media: 218 7/km	Altitud: 1.495 m

Firme

Mat. capa rodadura: Grava laterítica	Método compactación: Mecánico
Mat. explanada: Gravas y arenas bien graduadas con bajo contenido en arcilla (GC)	Año último recargo: 2010

Estado

Año: 2010	Espesor añado: 100 mm	IRI: 8.00 m/km
-----------	-----------------------	----------------

Referido a la velocidad

No. Ramp. + Pend.: 4 no./km	XNMT: 1.00	XMT: 1.00
Peralta: 7.00 %	XPRI: 1.00	Cumplimiento vel. límite: 1.10
Sigma adral: 0.10 m/s ²		

Gradación material capa rodadura

Max. tamaño partícula: 21.90 mm	% pasa tamiz 2.00mm: 51.10 %	% pasa tamiz 0.075mm: 25.50 %
Índice plasticidad: 10.10 %	% pasa tamiz 0.425mm: 40.00 %	

Gradación material explanada

Max. tamaño partícula: 13.00 mm	% pasa tamiz 2.00mm: 80.00 %	% pasa tamiz 0.075mm: 18.00 %
Índice plasticidad: 15.00 %	% pasa tamiz 0.425mm: 40.00 %	

Arcenes y carriles TNM

No. arcenes: 2	No. carriles TNM: 0	Tipo de superf. carriles TNM: Bituminosa
Carriles sep. para TNM: No		

Calibración del modelo de regularidad

Método usado: Calculada	IRI mín. capa rod.: 2.77 m/km	IRI mín. explanada: 1.12 m/km
IRI max. capa rod.: 29.51 m/km	IRI max. explanada: 29.84 m/km	

Calibración pérdida material

Factor pérdida c.rod.: 1.00	Factor pérdida expl.: 1.00	Pérdida ind. tráfico expl.: 1.00
Pérdida ind. tra. c.rod.: 1.00		

Red de Carreteras:

ID	Descripción	Fecha últ. modif.	Tipo de capa de rodadura	Tipo de firme	Longitud (km)	Ancho calzada(m)	Intensidad de Tráfico	Cariles	Ancho Arceñ (m)	Tipo de velocidad/cap	Modelo de tráfico	Zona climática	Clase carretera	IMD TM	IMD TMM	Año de la IMD
Tramo1	Tramo1: Km. 0+000 - Km. 7+000	15/01/2013	Bituminosa	Mezcla bituminosa sobre base grv	7.0	5.80	Ambos se	2.00	0.00	carretera 2 c	Inter-urbano	Costa	Primaria	1386.00	0.00	2011
Tramo2	Tramo 2: Km. 7+000-Km. 17+000	24/01/2013	Bituminosa	Mezcla bituminosa sobre base grv	10.0	5.80	Ambos se	2.00	0.00	carretera 2 c	Inter-urbano	Costa	Primaria	1386.00	0.00	2011
Tramo3	Tramo 3: Km. 17+000 - Km. 40+500	24/01/2013	Bituminosa	Mezcla bituminosa sobre base grv	23.5	5.80	Ambos se	2.00	0.00	carretera 2 c	Inter-urbano	Costa	Primaria	1386.00	0.00	2011
Tramo4	Tramo 4: Km. 40+500 - Km. 44+500	15/02/2013	Bituminosa	Mezcla bituminosa sobre base grv	4.0	5.60	Ambos se	2.00	0.00	carretera 2 c	Inter-urbano	Costa	Primaria	1418.00	0.00	2011
Tramo5	Tramo 5: Km. 44+500 - Km. 60+000	24/01/2013	Sin pavimentar	Grava	15.5	4.00	Ambos se	2.00	0.00	carretera 2 c	Inter-urbano	Costa	Primaria	419.00	0.00	2011
Tramo6	Tramo 6: Km. 60+000 - Km. 99+300	24/01/2013	Sin pavimentar	Grava	39.0	4.00	Ambos se	2.00	0.00	carretera 2 c	Inter-urbano	Costa	Primaria	308.00	0.00	2011
Tramo7	Tramo 7: Km.100+680 - Km.105+74	24/01/2013	Sin pavimentar	Grava	5.1	4.00	Ambos se	2.00	0.00	carretera 2 c	Inter-urbano	Costa	Primaria	308.00	0.00	2011

Flota Vehicular:

Nombre	Clase	Fecha últ. modif.	Tipo base	Categoría
1-Auto	Coche de pasajero	16/01/2013	Coche medio	Motorizado
2-Pick-up	Vehículos de reparto	16/01/2013	Vehículo de reparto ligero	Motorizado
3-Bus	Autobuses	16/01/2013	Autobús pesado	Motorizado
4-Camión Ligero	Camiones	16/01/2013	Camión ligero	Motorizado
5-Camión Mediano	Camiones	16/01/2013	Camión mediano	Motorizado
6-Camión Pesado	Camiones	16/01/2013	Camión pesado	Motorizado
7-Articulado	Camiones	16/01/2013	Camión articulado	Motorizado