

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**APLICACIÓN DEL MODELO HDM EN LA  
EVALUACION DE PROYECTOS DE  
CARRETERAS EN PERU: “CARRETERA BAGUA  
CHICA – FLOR DE LA ESPERANZA”**



**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**PRESENTADO POR : BACH. GIANMARCO XAVIER LLUNCOR  
YATACO**

**LIMA – PERU**

**AÑO: 2012**



*Este trabajo de tesis está enteramente dedicado a mi Madre que me cuida desde el cielo y a mi Padre mi gran admiración. A mi familia y amigos gracias por atreverse a confiar en mí; es obvio que sin ustedes este sueño nunca hubiera podido ser completado. Sencillamente, ustedes son la base de mi vida profesional y toda la vida les estaré agradecido. Realmente no hay palabras que logren expresar lo mucho que quiero agradecerles.*



## ÍNDICE

CAPÍTULO I : INTRODUCCION .....	1
1.1 Tema .....	1
1.2 Marco Situacional .....	1
1.3 Problematización .....	12
1.4 Objetivos .....	12
1.5 Importancia .....	13
1.6 Metodología .....	13
CAPÍTULO II : MARCO TEORICO .....	15
2.1 .....	15
Antecedentes .....	15
2.2 Soporte Técnico de la Investigación .....	26
2.3 Óptica de la Investigación.....	28
2.4 Selección de Variables.....	28
CAPÍTULO III : ASPECTOS GENERALES DEL HDM III .....	31
3.1 Introducción al Programa HDM III .....	31
3.2 Descripción del HDM III.....	32
3.3 Objetivos del Desarrollo del HDM III.....	34
3.4 Marco Analítico del HDM III.....	34
3.5 Funcionamiento del HDM III .....	37
3.6 Módulos del HDM III.....	42
3.7 Fases de Simulación del HDM III .....	43
CAPÍTULO IV : RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO.....	49
4.1 .....	49
Nombre del Proyecto .....	49
4.2 Objetivo del Proyecto .....	49
4.3 Localización.....	50
4.4 Memoria Descriptiva .....	51
4.5 Estudio de Topografía y Diseño Geométrico .....	52



---

4.6 Estudio de Geología y Geotecnia.....	56
4.7 .....	66
Estudio de Suelos, Fuentes de Agua y Canteras .....	66
4.8 Estudio de Pavimentos.....	68
4.9 Estudio de Tráfico.....	88
4.10 Estudio de Hidrología y Drenaje .....	93
4.11 Presupuestos del Proyecto .....	94
<b>CAPÍTULO V : APLICACION DEL HDM III A UN PROYECTO DE CARRETERAS .....</b>	<b>101</b>
5.1 .....	101
Generalidades.....	101
5.2 Costos del Sistema de Transporte.....	101
5.3 Datos Técnicos de Campo .....	103
5.4 Indicadores de Rentabilidad.....	104
5.5 Análisis de Sensibilidad.....	106
5.6 .....	106
Datos Ingresados al HDM III.....	106
5.7 .....	118
Corrida del Programa HDM III .....	118
<b>CAPÍTULO VI : RESULTADOS DE LOS ANALISIS EN EL HDM III.....</b>	<b>166</b>
6.1 .....	166
Programas de Construcción .....	166
6.2 Costos de los Tratamientos .....	175
6.3 Deterioro de los Pavimentos .....	183
6.4 Evolución de la Condición de los Pavimentos.....	202
<b>CAPÍTULO VII : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>204</b>
7.1 .....	204
Conclusiones.....	204
7.2 Recomendaciones .....	207
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>209</b>



# CAPÍTULO I : INTRODUCCION

## **1.1 Tema**

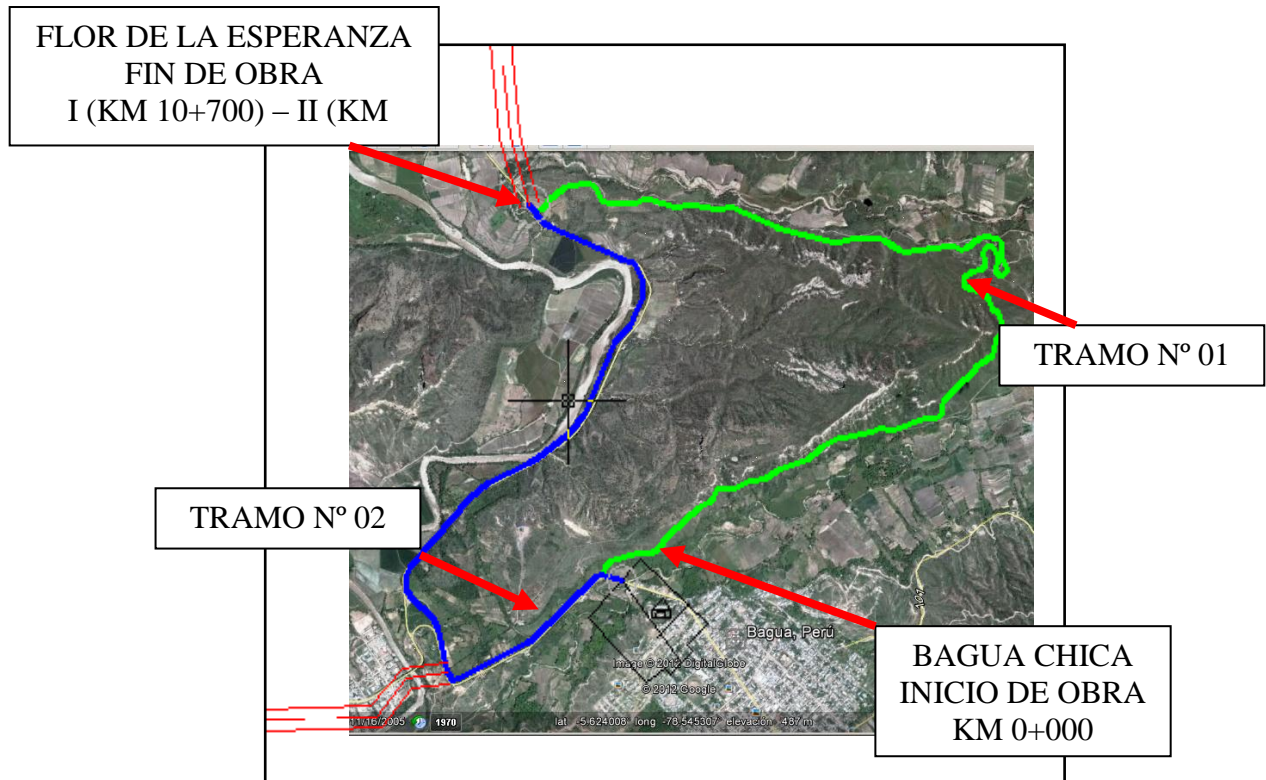
Aplicación del Modelo HDM III en la evaluación de proyectos de Carreteras en el Perú: Carretera “Bagua Chica – Flor De La Esperanza ubicada en el departamento de Amazonas”.

## **1.2 Marco Situacional**

El presente estudio tiene por objetivo analizar la aplicabilidad del Modelo HDM III en carreteras en Perú revisando el caso del estudio de la mejor alternativa de construcción de la carretera “Bagua Chica – Flor de la Esperanza”, ya sea siguiendo una primera alternativa que es trazo del proyecto de ingeniería de detalle o la segunda alternativa que es el trazo de la variante propuesta, para la cual se evaluarán los costos de operación de los vehículos al circular por una u otra alternativa.

GRAFICO N° 01

CARRETERA “BAGUA CHICA – FLOR DE LA ESPERANZA”



FUENTE: Elaboración Propia



### **1.3 Problematización**

En el país existe una gran cantidad de proyectos de carreteras nuevas, o por mejorar, las cuales deben ser evaluadas para determinar su rentabilidad y sus mejores alternativas. En el presente estudio se revisa la aplicación del modelo HDM-III con la finalidad de establecer una comparación de alternativas de construcción de la carretera “Bagua Chica – Flor de la Esperanza”, ubicada en el departamento de Amazonas; para lo cual, se efectuarán las estimaciones de los costos de inversión y mantenimiento a fin de compararlos con los beneficios que se derivan de su utilización; dicho análisis se efectuarán para un periodo de 20 años.

Con este análisis se contempla establecer la alternativa de construcción y mantenimiento más viable desde el punto técnico y económico, en función a determinadas políticas de la actividad de mantenimiento, teniendo en consideración el comportamiento del tráfico sobre la vía.

La evaluación económica del proyecto se realizara de acuerdo al enfoque de los excedentes sociales, a base de las economías en costos de operación de los vehículos que transitan regularmente por la vía y del tiempo de viaje de los usuarios, los que se componen del llamado tráfico normal y tráfico generado.

### **1.4 Objetivos**

#### Objetivo General

Establecer la bondad del modelo HDM III para estudiar cuál es la mejor alternativa de construcción entre el tramo “Bagua Chica – Flor de la Esperanza” para ello se realizará una evaluación mediante el uso del programa HDM III a fin de evaluar cual es la mejor alternativa de construcción ya sea siguiendo el trazo del proyecto de ingeniería de detalle o el trazo de la variante propuesta para lo cual se evaluarán los costos de operación de los vehículos al circular por una u otra alternativa.



### Objetivos Específicos

Aplicación de la Directiva General Del Sistema Nacional De Inversión Pública, Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01

Brindar la mejora en la Capacidad de Planeación y conseguir la Viabilidad del Proyecto y dar inicio de la segunda fase de inversión.

Dar recomendaciones para el uso del modelo HDM III en el estudio de carreteras en el país.

## **1.5 Importancia**

Los proyectos de carreteras requieren importantes inversiones, por lo cual es necesario estudiar cuidadosamente su rentabilidad y determinar las mejores alternativas para su diseño y construcción, para este fin el BM ha formulado el modelo HDM III como valioso software de aplicación para estos fines.

La buena aplicación del modelo permitirá optimizar los estudios de carreteras, y a fin de formular recomendaciones para la óptima aplicación del modelo se estudia el caso de la carretera “Bagua Chica – Flor de la Esperanza”,

Este tramo constituye una parte del proyecto integral de carretera El Reposo – Saramiriza cuya longitud aproximada es de 317 km. El cual reviste una necesidad e importancia muy singulares para la zona norte de nuestro país pues constituye una zona de futuro transporte y comercio entre el Norte del Perú con el Brasil que finalmente constituye la ruta más corta entre el estado de Amazonas del Brasil y la costa del pacífico en el Perú, para el intercambio comercial de nuestros fosfatos procedentes de Piura y la soya del Brasil.

## **1.6 Metodología**

Para las simulaciones y cálculos pertinentes, se utilizará el modelo HDM-III (versión 95) del banco mundial (modelo de análisis de inversiones viales o highway design and maintenance standard model) que permite simular el proceso de deterioro de la





carretera, considerando diferentes opciones de actividades. El modelo establece los flujos de costos e indicadores de rentabilidad económica.

El modelo facilita el cálculo de los costos totales de transporte por carretera, considerando los costos en infraestructura que deben afrontar generalmente los organismos viales como es, en este caso, la construcción y mejoramiento, con su mantenimiento respectivo; y los costos de operación de los vehículos que son afrontados por los usuarios de las carreteras. Los costos son obtenidos de aplicar las políticas de conservación para cada año del periodo de análisis una vez aplicada la tasa de descuento anual del proyecto (11%). Con estos costos obtenidos para cada una de las alternativas, haciendo la comparación con la alternativa “sin proyecto”, tomada como base se obtiene el valor presente neto (VPN o VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

El modelo requiere, para ser activado, establecer las características físicas de la vía y de su entorno. Estas son: el clima, la topografía, el tipo de superficie, su estado, diseño geométrico y estructural, historia de su conservación, el tránsito y sus proyecciones y el nuevo diseño para la vía.

El modelo HDM III calcula internamente las velocidades y los costos de operación de los diferentes tipos de vehículos, así como el grado de deterioro y costos de conservación de las vías en función de las características de diseño del camino, de las normas de conservación, del volumen del tráfico, de las cargas por eje y de las condiciones ambientales.

Los costos de conservación y de operación de los vehículos serán determinados en base a las cantidades físicas, calculadas endógenamente y a los precios unitarios especificados y discriminados en costos financieros y costos económicos.

Es conveniente distinguir entre el instrumento de cálculo constituido por el modelo y la metodología de análisis del proyecto. El modelo HDM III está diseñado para operativizar la metodología de análisis, facilitando los cálculos y simulaciones necesarias.

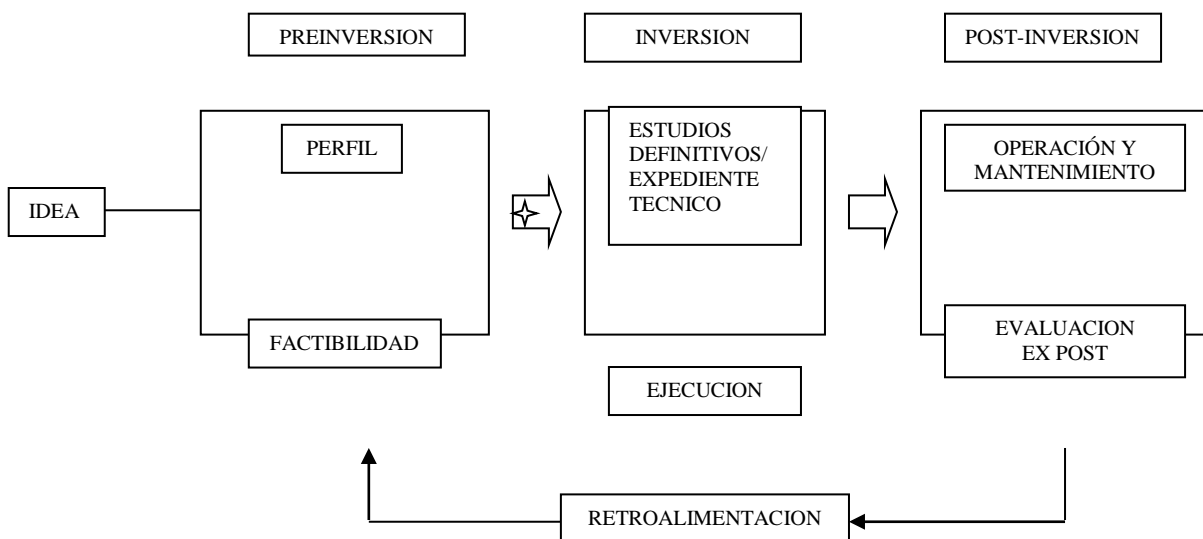
## CAPÍTULO II : MARCO TEORICO

### 2.1 Antecedentes

La Directiva N° 003-2011-EF/68.01 tiene por objeto establecer las normas técnicas, métodos y procedimientos de observancia obligatoria aplicables a las fases de pre inversión, inversión y post-inversión y a los órganos conformantes del Sistema Nacional de Inversión Pública (Grafico N° 02).

GRAFICO N° 02

CICLO DEL PROYECTO



La **de**staratoria de viabilidad es un requisito obligatorio para pasar pe la fase de Pre-inversión a la fase de Inversión

FUENTE: Directiva N° 003-2011-EF/68.01



Por otro lado, a nivel internacional para evaluar proyectos de carreteras se utiliza el modelo Highway Development Model del Banco Mundial, que permite la simulación del comportamiento del ciclo de vida de las carreteras considerando todas las relaciones entre ésta, el ambiente y el tráfico dentro de una economía nacional o regional, la que determina la composición y la estructura de costos de las variables.

No es un modelo de optimización en el sentido de que no es capaz de encontrar la ‘solución óptima absoluta’ del problema sino que realiza los cálculos correspondientes a cada alternativa y suministra los indicadores para que el usuario ordene las alternativas y posteriormente seleccione la que, de acuerdo con su objetivo, considere óptima.

El Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) está conformado por el ministerio de Economía y Finanzas (MEF) a través de la Dirección General de Programación Multianual (DGPM), así como los órganos resolutivos, las Oficinas de Programación e Inversiones de todos los sectores del gobierno nacional (OPI – GL), las Unidades Formuladoras (UF) y las Unidades Ejecutoras (UE) de cada entidad.

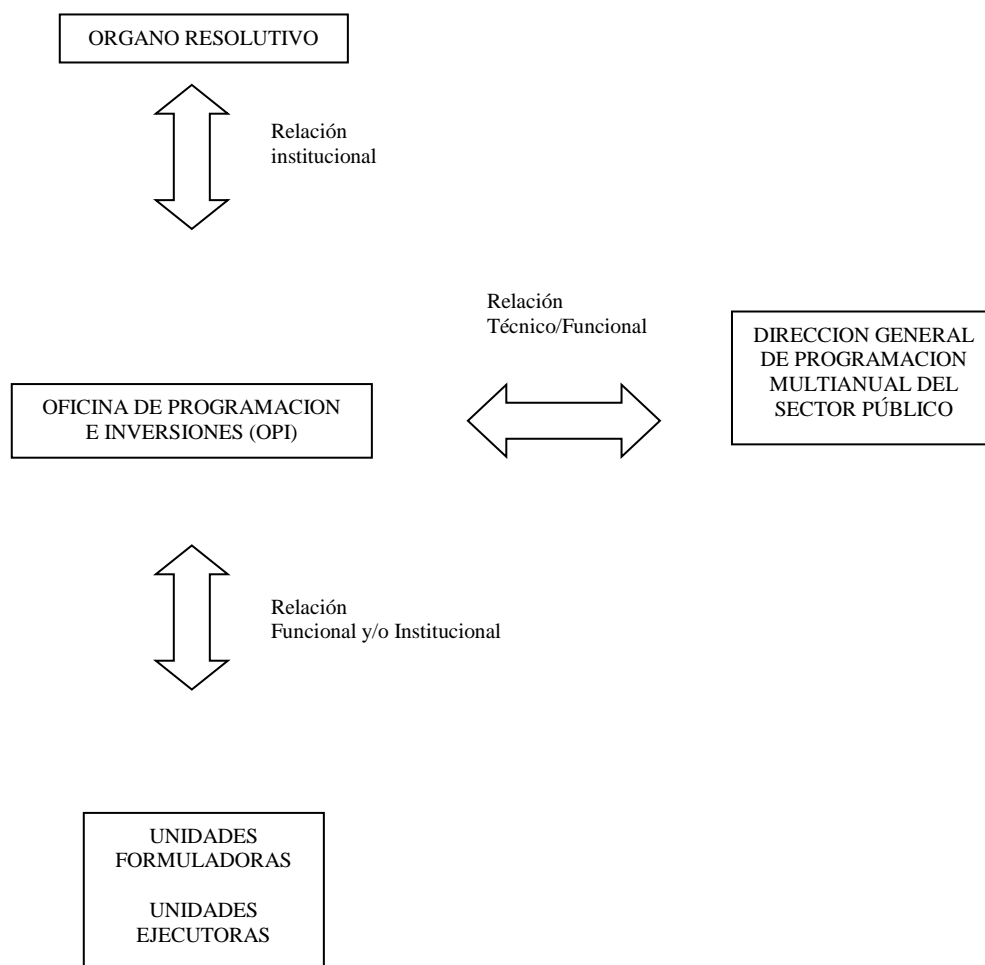
La DGPM mantiene relación técnico – funcional directa con la Oficina de Programación e Inversiones (OPI) y a través de ella con las Unidades Formuladoras (UF) y las Unidades Ejecutoras (UE).

GRAFICO N° 03

ORGANIZACIÓN DEL SNIP

SECTOR / GR / GL

MEF



FUENTE: Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP)



La Unidad Formuladora (UF) tiene las siguientes funciones:

Elabora los estudios de Pre-inversión.

Durante la fase de Pre-inversión, las UF pondrán a disposición de la DGPM y de los demás órganos del SNIP toda la información referente al Proyecto de Inversión Pública (PIP), en caso estos la soliciten.

En el caso de las UF de los gobiernos regionales y locales, solamente pueden formular proyectos que se enmarquen en las competencias de su nivel de gobierno.

Realizar las Coordinaciones y consultas necesarias con la entidad respectiva para evitar la duplicación de Proyectos, como requisito previo a la remisión del estudio para la evaluación de la oficina de programación e inversiones.

Formular los Proyectos a ser ejecutados por terceros con sus propios recursos o por gobiernos locales no sujetos al SNIP. En este caso, la UF correspondiente es aquella que pertenece a la entidad sujeta al SNIP que asumirá los gastos de operación y mantenimiento del PIP.

Informar a su Oficina de Programación e Inversiones (OPI) institucional los proyectos presentados a evaluación ante la OPI responsable de la función en la que se enmarca el Proyecto de Inversión Pública (PIP), en los casos que corresponda.

La Unidad Formuladora (UF), en el ejercicio de sus funciones, es responsable de:

Considerar, en la elaboración de los estudios, los parámetros y normas técnicas para formulación (Anexo SNIP-08), así como los parámetros de evaluación (Anexo SNIP-09)

No fraccionar proyectos, para lo cual debe tener en cuenta la definición de PIP contenida en la presente directiva y demás normas de SNIP.

Cuando el financiamiento de los gastos de operación y mantenimiento está a cargo de una entidad distinta a la que pertenece la unidad formuladora, solicitar la opinión favorable de dichas entidades antes de remitir el perfil para su evaluación.



Levantar las observaciones o recomendaciones planteadas por la OPI o por la DGPM, cuando corresponda.

Mantener actualizada la información registrada en el Banco de Proyectos.

La fase de Pre inversión tiene como objeto evaluar la conveniencia de realizar un Proyecto de Inversión Pública (PIP) en particular. En esta fase se realiza la evaluación ex ante del proyecto, destinada a determinar la pertinencia, rentabilidad social y sostenibilidad del PIP, criterios que sustentan la declaración de viabilidad.

Esta fase comprende la elaboración del perfil y del estudio de factibilidad. En cada uno de los estudios de pre inversión se busca mejorar la calidad de la información proveniente del estudio anterior a fin de reducir el riesgo en la decisión de inversión.

La elaboración del perfil es obligatoria. Los niveles de estudios de pre inversión mínimos que deberá tener un PIP para poder ser declarado viable por una OPI, se señalan a continuación:

**Perfil Simplificado:** Para los PIP cuyos montos de inversión, a precios de mercado, sean iguales o menores a S/. 1'200,000.00 (Un Millón Doscientos y 00/100 Nuevos Soles).

**Perfil:** Para los PIP cuyos montos de inversión, a precios de mercado, sean iguales o menores a S/. 10'000,000.00 (Diez Millones y 00/100 Nuevos Soles). Salvo que se traten de PIP Menores e independientemente del monto de inversión, los PIP de electrificación rural y los PIP de rehabilitación de carreteras podrán ser declarados viables solamente con este nivel de estudio, siempre que cumplan con los contenidos mínimos a que se refiere el Anexo SNIP 19 – Contenidos Mínimos específicos para estudios de Perfil de PIP de Electrificación Rural y el Anexo SNIP 20 – Contenidos Mínimos específicos para estudios de Perfil de PIP de Rehabilitación de Carreteras, respectivamente.

**Factibilidad:** Para los PIP cuyos montos de inversión, a precios de mercado, sean mayores a S/. 10'000,000.00 (Diez Millones y 00/100 Nuevos Soles).



Para los PIP o programas de inversión que se financien con recursos distintos a operaciones de endeudamiento, la OPI podrá autorizar la elaboración del estudio de factibilidad, sin requerir el estudio de pre factibilidad, siempre que en el perfil se haya identificado, sustentando y definido la alternativa a ser analizada en el estudio de factibilidad.

El órgano responsable de la evaluación del PIP, podrá recomendar estudios adicionales a los señalados en el artículo 20, dependiendo de las características o de la complejidad del proyecto.

La fase de pre inversión culmina con la declaratoria de viabilidad del Proyecto de Inversión Pública (PIP).

Previo a la formulación de un PIP, la UF verifica en el banco de proyectos que no exista un PIP registrado con los mismos objetivos, beneficiarios, localización geográfica y componentes, del que pretende formular, a efectos de evitar la duplicación de proyectos.

La UF elabora los estudios de pre inversión del PIP sobre la base de los contenidos mínimos para estudios de Pre-inversión (Anexo SNIP-07), teniendo en cuenta los contenidos, parámetros, metodologías y normas técnicas que se dispongan a continuación:

#### I.- Resumen Ejecutivo

Nombre del Proyecto

Objetivo del Proyecto

Balance Oferta y Demanda de los Bienes o Servicios del PIP

Descripción Técnica del Proyecto

Costo del Proyecto

Beneficios del Proyecto



Resultados de la Evaluación Social

Sostenibilidad del PIP

Impacto Ambiental

Organización y Gestión

Plan de Implementación

Financiamiento

Conclusiones y Recomendaciones

II.- Aspectos Generales

Nombre del Proyecto

Colocar la denominación del proyecto el cual debe permitir identificar el tipo de proyecto y su ubicación, la misma que deberá mantenerse durante todo el ciclo del proyecto.

Unidad Formuladora y Ejecutora

Colocar el nombre de la unidad formuladora, y el nombre del funcionario responsable de la misma.

Proponer la unidad ejecutora del proyecto, sustentando la competencia y capacidades de la entidad propuesta.

Participación de las Entidades Involucradas y de los Beneficiarios

Consiguar las opiniones y acuerdos de entidades involucradas y de los beneficiarios del proyecto respecto a la identificación y compromisos de ejecución del proyecto.

Marco de Referencia





Describir los hechos importantes relacionados con el origen del Proyecto y la manera en que se enmarca en los lineamientos de Política Sectorial y en el contexto Regional y Local.

#### Diagnóstico de la Situación Actual

Deberá incluir un diagnóstico detallado de las condiciones actuales de prestación del servicio público, basado en información primaria, que contenga:

- Descripción de la situación actual con indicadores cuantitativos y cualitativos,
- Causas de la situación existente,
- Evolución de la situación en el pasado reciente,
- Población afectada y sus características,
- Zona o área afectada

#### Objetivos del Proyecto

Describir el objetivo central o propósito del Proyecto, el cual debe reflejar los cambios que se espera lograr con la intervención.

### III. Formulación y Evaluación

#### Análisis de la Demanda

Análisis, con mayor precisión, de la demanda actual y de los determinantes que la afectan.

Proyectar la demanda a lo largo del horizonte de evaluación del proyecto, sustentando los supuestos utilizados.

#### Análisis de la Oferta

Determinar, con mayor precisión, la oferta actual, las principales restricciones y las metas de servicio que se propone.



Proyectar la oferta a lo largo del horizonte de evaluación del proyecto, considerando la optimización de la capacidad actual sin inversión (situación sin proyecto), sustentando los supuestos utilizados.

#### Balance Oferta Demanda

Determinar la demanda actual y proyectada no atendida (déficit o brecha) detallando las características de la población objetivo.

#### Descripción Técnica de la Alternativa Seleccionada

Describir la alternativa seleccionada para producir las cantidades previstas de bienes o servicios detallando la localización, tecnología de producción o de construcción y tamaño óptimo. Se deberá contemplar los efectos ante probables desastres naturales.

#### Costos

Consignar los costos desagregados por rubros y componentes del proyecto, considerando la inversión y la operación y mantenimiento.

Estimar los costos de operación y mantenimiento de la situación “sin proyecto”, definida como la situación actual optimizada.

Determinar los costos incrementales definidos como la diferencia entre la situación “con proyecto” y la situación “sin proyecto”.

#### Beneficios

Estimar los beneficios que generaría el proyecto, sobre la base de los nuevos análisis de oferta y demanda.

Estimar los beneficios que se generarían por las acciones o intervenciones de la situación actual optimizada

Determinar los beneficios incrementales definidos como la diferencia entre la situación “con proyecto” y la situación “sin proyecto”.



## Evaluación Social

Detallar los resultados de la evaluación social de las alternativas planteadas, aplicando uno de los siguientes métodos.

### \* Metodología costo/beneficio

Aplicar esta metodología a los proyectos en los cuales los beneficios se pueden cuantificar monetariamente y, por lo tanto, se pueden comparar directamente con los costos. Los beneficios y costos que se comparan son los “incrementales”. Se deberá utilizar los indicadores de valor actual neto (van) y tasa interna de retorno (tir)

### \* Metodología costo/efectividad

Aplicar esta metodología de evaluación sólo en el caso que no sea posible efectuar una cuantificación adecuada de los beneficios en términos monetarios. Esta metodología consiste en comparar las intervenciones que producen similares beneficios esperados con el objeto de seleccionar la de menor costo dentro de los límites de una línea de corte.

## Evaluación Privada

Realizar el análisis costo beneficio desde el punto de vista privado, con el fin de evaluar la potencial participación del sector privado en el financiamiento de la ejecución y operación del proyecto.

## Análisis de Sensibilidad

Determinar los factores que pueden afectar los flujos de beneficios y costos. Analizar la rentabilidad de las alternativas ante posibles variaciones de los factores que afectan los flujos de beneficios y costos. Definir los rangos de variación de los factores que el proyecto podrá enfrentar sin afectar su rentabilidad social.

## Análisis de Riesgo

Estimar, mediante un análisis probabilística, el valor esperado del van del proyecto.



### Análisis de Sostenibilidad

Detallar los factores que garanticen que el proyecto generará los beneficios esperados a lo largo de su vida útil. Deberá incluir los siguientes aspectos:

- \* Los arreglos institucionales previstos para las Fases de pre operación, operación y mantenimiento.
- \* El marco normativo necesario que permita llevar a cabo la ejecución y operación del proyecto.
- \* La capacidad de gestión de la organización Encargada del proyecto en su etapa de inversión y operación.
- \* Financiamiento de los costos de operación y Mantenimiento, señalando cuáles serían los aportes de las partes involucradas (estado, beneficiarios, otros)
- \* La participación de los beneficiarios

### Impacto Ambiental

Incorporar los resultados del estudio de impacto ambiental, aprobado por el ente respectivo del sector y reflejar los costos de las medidas de mitigación establecidas en dicho estudio, en las estimaciones de costos del proyecto.

### Organización y Gestión

En el marco de los roles y funciones que deberá cumplir cada uno de los actores que participan en la ejecución así como en la operación del proyecto, analizar la capacidades técnicas, administrativas y financieras para poder llevar a cabo las funciones asignadas.

Los costos de organización y gestión deben estar incluidos en los respectivos presupuestos de inversión y de operación.



### Plan de Implementación

Detallar la programación de las actividades previstas para el logro de las metas del proyecto, indicando secuencia y ruta crítica, duración, responsables y recursos necesarios.

### Financiamiento

Describir las fuentes de financiamiento previstas para la inversión, así como el impacto en las tarifas del bien o servicio producido.

Describir las fuentes de financiamiento previstas para la etapa de operación y mantenimiento.

### Matriz del marco lógico del proyecto

Se presentará la matriz definitiva del marco lógico del proyecto.

### Línea de base para evaluación de impacto

Establecer la metodología e indicadores relevantes que deberán ser considerados en la determinación de la línea de base para la evaluación de impacto.

## **2.2 Soporte Técnico de la Investigación**

El concepto amplio del HDM III, es bastante simple. Tres conjuntos interactuantes de relaciones de costo se agregan simultáneamente a través del tiempo en valores presentes descontados, donde los costos se determinan por una primera predicción de cantidades físicas de recursos consumidos, los cuales luego se multiplican por los costos unitarios o precios:



CUADRO N° 01

RELACIONES DE COSTOS DEL HDM III

TIPO DE COSTOS	ASPECTOS CONSIDERADOS POR EL MODELO HDM III
Costos de Construcción	= f1 [ Terreno, suelos, precipitaciones, diseño geométrico, diseño de pavimento; costos unitarios.
Costos de mantenimiento	= f2 [ Deterioro de la vía, diseño de pavimento, clima, tráfico tiempo; Normas de mantenimiento, costos unitarios.
Costos del Usuario de la Vía	= f3 [ Diseño Geométrico, condición de superficie, velocidad tipo de vehículo; costo unitarios.

FUENTE: Highway Development Model

La velocidad del vehículo es determinante principalmente en los costos de operación el cual se relaciona a través de un conjunto complejo de funciones probabilísticas al diseño geométrico de la carretera, condición de la superficie, tipo de vehículo y comportamiento del conjunto.

El modelo HDM-III se usa para hacer estimativos y comparaciones de costos y evaluaciones económicas de diferentes opciones de políticas incluyendo las diferentes estrategias constructivas por etapas ya sea para una carretera de alineamiento específico o para grupos de tramos de una red completa. Los costos totales estimados por el modelo año a año, descontando los costos futuros, si se desea a tasas diferentes, de manera que el usuario pueda buscar la alternativa a menor costo total descontado o si se prefiere comparaciones en términos de tasa interna de retorno (TIR), valor actual neto (VAN) y relación beneficio-costos (B/C).

La optimización de gastos bajo restricciones presupuestales, se avalúan en un conjunto de opciones de diseño y mantenimiento que minimizarán los costos totales descontados. Adicionalmente, el modelo puede analizar la sensibilidad de los resultados a cambios en supuestos a cerca de las variables claves como costos de inversión, costos de mantenimiento, costos de operación vehicular y el valor del tiempo.



## **2.3 Óptica de la Investigación**

La presente investigación será teórica - práctica porque toma la teoría de evaluación de proyectos que está en el modelo HDM III y se aplica al caso real de la carretera “Bagua Chica – Flor de la Esperanza”.

## **2.4 Selección de Variables**

### Costos de Inversión

Son aquellos egresos o pérdidas en que debe incurrirse para la implementación o realización del proyecto. Se efectúan usualmente por una sola vez, siendo el requisito convencional para que un rubro sea considerado como costo de inversión, que los bienes o conceptos involucrados tengan una vida útil superior a 1 año.

Los costos de inversión se clasifican en Inversiones Fijas y en Inversiones Circulantes o Capital de Trabajo.

### Costos de Operación

Son aquellos costos en que debe incurrir periódicamente el proyecto para mantener su producción o prestación de servicios. Será necesario formular un Presupuesto de Costos de Operación, usualmente en periodos anuales, para toda etapa de funcionamiento o vida útil esperada del proyecto.

En la formulación de estudios de pre-inversión de proyectos, el cálculo y organización de los costos de operación es una etapa imprescindible para su aplicación en la evaluación del proyecto, la cual se efectúa mediante el análisis beneficio-costos.

La forma de organizar estos costos y su consideración varía según los objetivos específicos, ya que puede realizarse mediante procedimientos directos no siendo necesario formular los estados financieros proyectados, sin embargo, para completar



las diversas posibilidades de evaluación es conveniente contar con tales proyecciones de los estados financieros.

Los costos de Operación consideran cuatro tipos de rubros:

Costos de Fabricación o Producción

Costos Administrativos

Costos Financieros

Costos Tributarios

Beneficios

Son todos los efectos positivos o deseables que generaran la existencia y funcionamiento del proyecto. Se considera que los beneficios pueden ser cuantificables o no cuantificables, como ejemplo de estos últimos se mencionan, los efectos activadores que genera un nuevo proyecto en una zona deprimida.

En la evaluación empresarial o comercial, el principal beneficio del proyecto está dado por los ingresos que generará el mismo, por lo cual deberá estimarse los ingresos del proyecto para toda su vida útil o etapa operativa. Esta información se presenta en un cuadro de Presupuesto de Ingresos.

Rentabilidad

Del flujo de caja se obtiene el flujo de montos proyectados por distribución de utilidades, además del valor esperado de las acciones de la empresa inversionista al final de la vida útil de proyecto, considerando los aportes propios de capital, se podrá construir el flujo de beneficios y costos, el cual permitirá calcular la rentabilidad.

La rentabilidad puede verse como una medida de cómo una compañía invierte fondos para generar ingresos. Se suele expresar como porcentaje.

$$ROE = \frac{\text{Beneficio Neto}}{\text{Patrimonio Neto}}$$





### Tasa de Descuento

Es una medida financiera que se aplica para determinar el valor actual de un pago futuro. Así, si  $A$  es el valor nominal esperado de una obligación con vencimiento de un lapso específico y la tasa de descuento es  $d$  y su valor actual que puede ser reconocido por una persona o entidad tomadora es  $B$ :

$$A = \frac{B}{1 - d}$$



## CAPÍTULO III : ASPECTOS GENERALES DEL HDM III

### **3.1 Introducción al Programa HDM III**

El HDM III (Highway Development and Management System) es una potente aplicación computacional, que se ha desarrollado como parte de un esfuerzo del Banco Mundial, del Banco asiático de Desarrollo, del Departamento de Desarrollo Internacional del Reino Unido, de la Administración Nacional de Carreteras de Suecia y el TRRL (Transport and Road Reserch Laboratory), para ayudar a los países de desarrollo a planear y mejorar las condiciones de la infraestructura de las carreteras.

Como antecedentes directos se puede encontrar al HDM-III (Highway Mantainance and Desing) desarrollado por el MIT en colaboración con el Banco Mundial, y el RTIM 3 (Road Transport Investment Model), desarrollado en base a investigaciones hechas en países en vías de desarrollo por el TRRL.

Estos programas a su vez han sido mejorados a las primeras aplicaciones en cuestión de costos y mantenimiento de caminos y carreteras, desarrolladas a principios de los años setentas en Estados Unidos y Gran Bretaña, como lo fue el pionero HDM III.

Los anteriores programas servían como herramientas para predecir el comportamiento de los pavimentos en el futuro y el consecuente gasto que se tenía que realizar para su conservación. Por lo tanto se puede ver que el HDM III no es un modelo totalmente nuevo, sino que utiliza varias de las características de sus predecesores e incorpora una variedad más amplia de condiciones con nuevas aplicaciones de software mucho más potentes.

La implementación del HDM III se da principalmente por las siguientes razones:



La aparición de nuevas condiciones tanto en materia económica como técnica y la necesidad de incluir más factores que antes no se tomaban en cuenta (factores climáticos, medioambientales, seguridad vial, efectos de la congestión de tráfico, etc.)

La necesidad de jerarquizar las inversiones en proyectos de carreteras, realizando una optimización de los recursos disponibles y previendo la influencia de condiciones futuras en su estado.

Desarrollar una visión más amplia de la Gestión de Carreteras considerando funciones como: Planificación, Programación, Preparación y Operaciones.

### **3.2 Descripción del HDM III**

El modelo HDM III es un modelo de simulación del comportamiento del ciclo de vida de las carreteras considerando todas las relaciones entre esta, el ambiente y el tráfico dentro de una economía nacional o regional que determina la composición y la estructura de costos de las variables. El modelo realiza un análisis detallado con base en los datos suministrados por el usuario.

No es un modelo de optimización en el sentido de que no es capaz de encontrar la solución óptima absoluta del problema sino que realiza los cálculos correspondientes a cada alternativa y suministra los indicadores para que el usuario ordene las alternativas y posteriormente seleccione las que de acuerdo con su objetivo considere óptima.

Para cada alternativa el modelo puede calcular el costo total de transporte. La alternativa que resulte tener el costo mínimo es en principio la más conveniente a la sociedad.

El modelo fue concebido como una herramienta para las alternativas de mejoramiento vial. Por tanto, parte del presupuesto de que existe una carretera, la cual ya ha sido sometida a un cierto nivel de inversión por parte de la agencia. El problema por lo tanto se reduce en comparar los incrementos en la inversión por parte de la agencia con los beneficios adicionales que dicho incremento conlleva.

Sin hacer consideraciones todavía del valor en el tiempo, se puede decir que para el momento en que ocurren, la diferencia representa el beneficio neto de la alternativa con respecto a la situación actual.

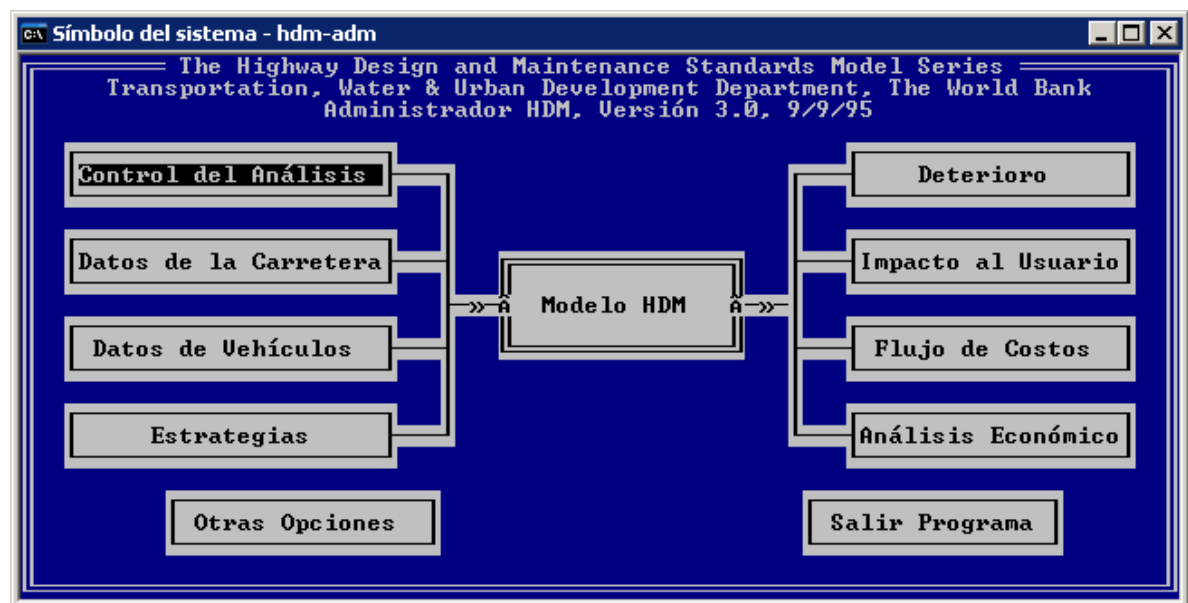
El usuario debe definir una alternativa base o “sin proyecto”, contra la cual se compararán las otras posibles alternativas de inversión.

En este sentido el resultado de la comparación de cada alternativa nos indica el beneficio neto de implantar esa alternativa con respecto a continuar con la alternativa “base”. Bajo estas condiciones, la alternativa “óptima” es la que produce el mayor beneficio entre todas las alternativas comparadas.

El HDM III tiene tres modalidades principales: Análisis de estrategias, Análisis de Programa y Análisis de Proyecto, cada una de las cuales pueden ser adaptadas para las diferentes funciones de la Gestión de Carreteras

GRAFICO N° 04

PRESENTACION DEL HDM III



FUENTE: Highway Development and Management System



### **3.3 Objetivos del Desarrollo del HDM III**

El modelo HDM III tiene por objetivos, el incorporar los conocimientos presente hasta su tiempo de todos los estudios acerca de conservación de carreteras con los programas anteriores, incorporar nuevos conocimientos derivados de investigaciones alrededor del mundo.

Básicamente se pueden definir cuatro áreas del alcance del programa:

Presupuesto de los proyectos: Obtención de presupuestos para la conservación, rehabilitación, mejora y nueva construcción, a través del análisis del ciclo de vida, de una propuesta de inversión en carreteras.

Programación de trabajos: Preparación de programas de conservación y desarrollo de red de carreteras para varios años, que faciliten la preparación de presupuestos a mediano plazo.

Planeación Estratégica: Desarrollo de políticas, planes de distribución de un conjunto de Módulos con la capacidad de cubrir un amplio espectro de datos y de niveles de destreza.

### **3.4 Marco Analítico del HDM III**

El Marco Analítico del HDM III se basa en el ciclo de vida de la capa de rodadura, (losas de concreto, carpetas Asfálticas o Tratamientos Superficiales), y se aplican para predecir lo siguiente en el funcionamiento del mismo:

Deterioro del pavimento

Efectos de las obras de reparación

Efectos para los usuarios de la carretera

Efectos socioeconómicos y medioambientales



Una vez construidos los pavimentos, las carreteras se deterioran generalmente por los siguientes factores:

Cargas del tránsito.

Factores medioambientales.

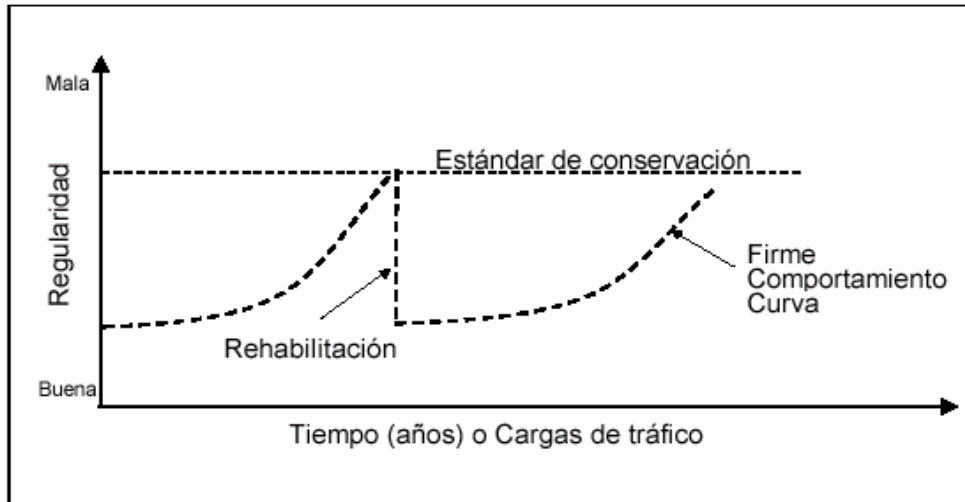
Efectos de sistemas de drenaje inadecuados.

La tasa de deterioro del pavimento está directamente afectada por los estándares de conservación aplicados para reparar defectos en la superficie de rodamiento, como grietas, desprendimiento de agregados, baches, etc., o para conservar la integridad estructural del pavimento (tratamientos superficiales, refuerzos, etc.), permitiendo así que la carretera soporte el tráfico para el que ha sido diseñada. Las condiciones generales del pavimento a largo plazo dependen de los estándares de conservación o mejora aplicados a la carretera.

En el gráfico N° 05 se pueden ver las tendencias previstas en rendimiento de pavimentos representadas por el índice internacional de irregularidad (IRI por sus siglas en inglés). El IRI es un índice de desgaste de la carretera que representa la irregularidad promedio producida ya sea por desprendimientos, roderas, baches, agrietamiento, etc., y el HDM III lo puede predecir de acuerdo con los datos de las características anteriores, o también el usuario puede estimar un IRI determinado de acuerdo con su experiencia. Cuando se define un estándar de conservación, se impone un límite al nivel de deterioro al que se permite llegar el al pavimento. Como consecuencia, además de los costos de capital de la construcción de carreteras, los costos totales en que incurren los organismos implicados dependerán de los estándares de conservación aplicados a las redes de carreteras.

GRAFICO N° 05

CONCEPTO DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA EN EL HDM III

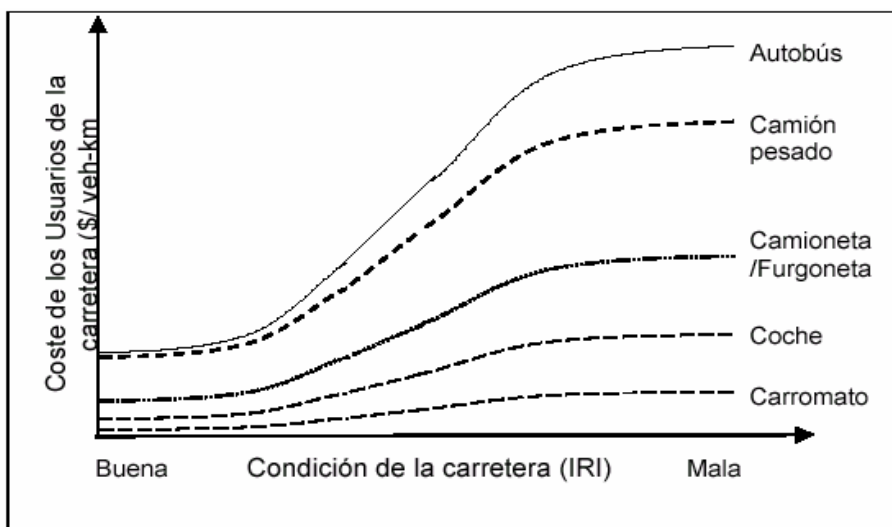


FUENTE: ISOHDM Technical

Los costos para el usuario son básicamente de tres tipos: Costos de operación del vehículo, costos del tiempo de viaje y costos por accidentes.

GRAFICO N° 06

EFFECTO DEL ESTADO DE LA CARRETERA EN LOS COSTOS DE OPERACIÓN DEL VEHÍCULO



FUENTE: ISOHDM Technical



El cálculo de los beneficios se logra comparando los flujos de costos de las alternativas a evaluar contra los costos de una alternativa “base”, que consiste en una propuesta de conservación con acciones mínimas.

Se hace la observación de que no se trata de dejar una propuesta sin ninguna tarea de conservación, pues al realizar este caso en las corridas de práctica, se observó que produce ciertos errores en el programa, principalmente en el IRI, que presenta “saltos” en las gráficas, lo cual prueba que los resultados pueden contener errores.

El HDM III está diseñado para hacer estimaciones de costos, comparativas y análisis económicos de diferentes opciones de inversión. Estima los costos de un gran número de alternativas año con año, para un periodo de análisis definido por el usuario. Todos los costos futuros se actualizan al año inicial del periodo de análisis. Para hacer las comparaciones se necesitan especificaciones detalladas de programas de inversión, estándares de diseño y alternativas de conservación, junto con costos unitarios, volúmenes de tránsito previstos y condiciones medioambientales.

### **3.5 Funcionamiento del HDM III**

El proceso para trabajar con el HDM III es básicamente el mismo al inicio, para los tres módulos que contiene. Se debe dividir la red carretera o la carretera por analizar en tramos y subtramos, que reunirán diferentes condiciones. Las divisiones se realizan por el analista, de acuerdo a su criterio, y ya definidos los tramos, se pasa a vaciar la información correspondiente. El vaciado de la información está ordenado en las siguientes fases:

Características de la carpeta de rodadura: Se reúnen características específicas de la constitución física tales como IRI, condiciones de clima, características geométricas, especificaciones estructurales, tipo de carpeta etc. El programa contiene diferentes opciones de clima, de trazo, vida del pavimento, etc., pero se le puede ingresar una base de datos por parte del usuario.





Condiciones de tránsito: Trata de las condiciones específicas del tránsito vehicular tales como promedio de vehículos por día, factores de daño, tipos de vehículos, tasa de crecimiento, costos unitarios de insumos, etc. El programa contiene valores pre-establecidos, sin embargo, éstos se pueden cambiar por el usuario al ingresar una base de datos que se tenga.

Estándares de conservación: Lo siguiente es formular los estándares de conservación que se van a desarrollar. Cada estándar de conservación está compuesto por diferentes tareas de conservación, como pueden ser: Riego de sello, estabilización de base, etc. Los estándares pueden tener las combinaciones necesarias de tareas que el usuario considere, pero las diferentes tareas corresponden a información que el programa tiene ya predeterminada, considerando las acciones más comunes. La variación entonces entre cada estándar consiste en el orden de las tareas o en las diferentes combinaciones que se pueden dar. Aquí también se incluyen los costos unitarios de las obras de conservación.

Cada grupo de estándares de conservación aplicado a los subtramos correspondientes, conforman una alternativa de conservación. Se pueden generar las alternativas necesarias, dependiendo de los requerimientos, se puede evaluar un tramo de carretera con las mismas características, simplemente variando un dato que puede ser considerar mantenimiento preventivo o rutinario, o cambiando el tipo de material de la carpeta, que en este trabajo fue una de las alternativas con las que se trabajó: evaluar el comportamiento de dos tramos de carretera con las mismas condiciones de tráfico y estructurales, pero con diferente capa de rodadura (mezcla asfáltica o concreto hidráulico), cambiando por supuesto los estándares de conservación para cada uno.

Posteriormente se procede a la elección del módulo HDM III como puede ser el análisis de estrategias, análisis de programa o análisis de proyecto.



Es en esta fase cuando se elige la alternativa base y los diferentes tramos a evaluar. Se pueden elegir diferentes subtramos para cada análisis que ya contienen toda la información necesaria.

Los resultados del análisis generan una serie de gráficas y tablas de tres tipos principalmente:

Indicadores de eficiencia económica: Para el análisis de proyectos de conservación individuales.

Programas de trabajo para varios años: Producidos después de la selección de varios posibles proyectos de carreteras.

Conservación estratégica y planes de desarrollo carretero: Producidos a partir de datos a largo plazo para el mantenimiento de redes carreteras.

Estos resultados incluyen costos de usuario, costos financieros y económicos, etc., y se presentan durante el ciclo de vida del pavimento, esto quiere decir mostrando su evolución año con año.

Posteriormente se procede a la comparación de resultados por el analista y a la elección de la alternativa deseada. Este es un paso importante, ya que el HDM III no selecciona la alternativa por sí solo, sino que aquí se necesita del criterio del analista y de la consulta a diferentes niveles de operación, como pueden ser nivel técnico, gerencial o administrativo.

Cabe mencionar que en este trabajo, se hará una lista de consideraciones a tomar en cuenta antes de evaluar alternativas. Esto consiste en observar qué condiciones hacen que el modelo genere resultados que no se buscan y se realizarán corridas de prueba para hacer fallar a los diferentes indicadores y tener cuidado con ellos. El programa incluye ciertos factores de calibración, los cuales se obtienen al comparar registros de los resultados de proyectos realizados con anterioridad y que permitan realizar una comparación, para sacar un factor que haga a los resultados apearse a la realidad de acuerdo a las condiciones que varían entre las diferentes regiones en que se evalúan los proyectos.



El HDM III es muy útil en el desarrollo de:

Análisis de proyecto para evaluaciones económicas detalladas.

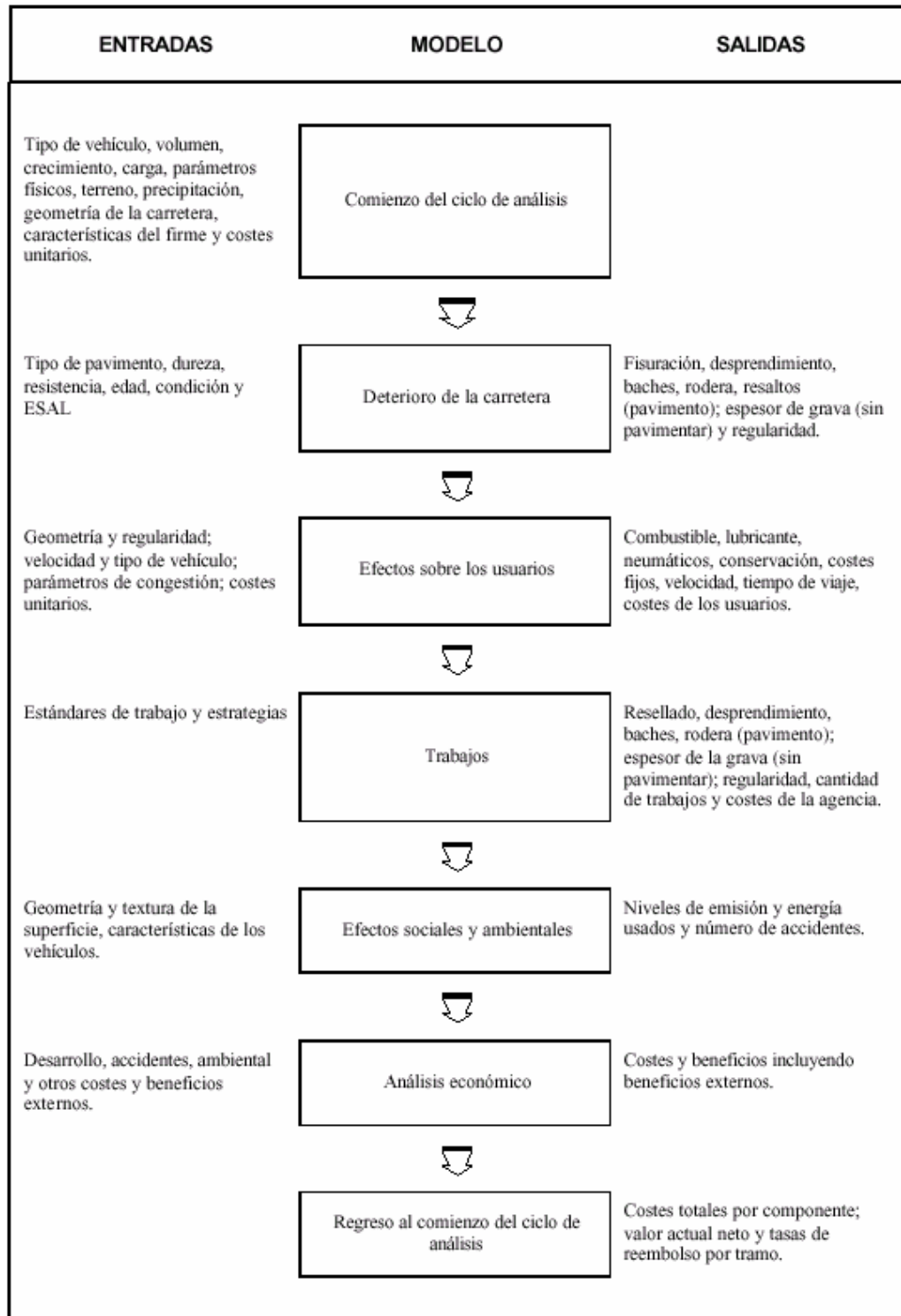
Análisis de programación para la preparación de programas de trabajo a través de uno o varios años.

Análisis de estrategias para la planificación a largo plazo.

Investigación y estudios de políticas.

GRAFICO N° 07

ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA USANDO HDM III



FUENTE: ISOHDM Technical



### **3.6 Módulos del HDM III**

Análisis de proyecto

La aplicación analiza un tramo de carretera con ciertas condiciones definidas por el usuario, con costos y beneficios asociados proyectados anualmente a través del periodo de análisis. Los indicadores económicos se determinan para cada diferente opción de inversión.

La evaluación de las alternativas planeadas, se realizará usando éste módulo. Sin embargo, se puede mencionar algunos de los puntos que se tratarán al trabajar con este módulo:

Condiciones del pavimento

Predicciones del deterioro de la carretera a través del ciclo de vida, efectos de la conservación y costos.

Costos y beneficios sobre los usuarios

Comparación económica de alternativas de proyecto.

El proyecto de análisis está asociado a los siguientes tipos de proyectos de carreteras:

Conservación de carreteras existentes: Se trata de proyectos que incluyen trabajos de conservación periódica o correctiva a pavimentos que muestran un comportamiento normal, o dentro de los estándares de servicio.

Mejora de carreteras existentes: Son proyectos que incluyen tareas que se aplican cuando las condiciones del pavimento son muy deficientes o cuando el mismo ya está al final de su vida útil; se pueden mencionar: reconstrucción o mejora del pavimento, ampliación de la sección y mejoras geométricas, rectificación del trazo y del pavimento de la carretera existente.

Nueva construcción: Construcción de pavimento con un trazo totalmente nuevo.



Construcción por etapas: Son mejoras que se hacen al pavimento por etapas a lo largo de su vida útil.

Evaluación de proyectos anteriores: Es una alternativa de control a proyectos que están siendo realizados.

Análisis de programación y estrategia

La preparación de programación para varios años para una red de carreteras en la cual las opciones de inversión candidatas están identificadas y seleccionadas, sujetas a condiciones presupuestales. Las redes se analizan tramo a tramo y las estimaciones se producen a partir de los trabajos y los requisitos de gastos para cada tramo.

El análisis de una red elegida como un total, para preparar estimaciones a largo plazo de gastos necesarios para el desarrollo y la conservación de la carretera bajo diferentes tipos de presupuesto. La red se caracteriza por segmentos de la carretera en diferentes categorías, definidos por parámetros tales como clase de carretera, tipo de capa de rodadura, condición del pavimento o volumen de tránsito. Las estimaciones se producen por requisitos de gastos de mediano a largo plazo, en periodos de 5 a 40 años.

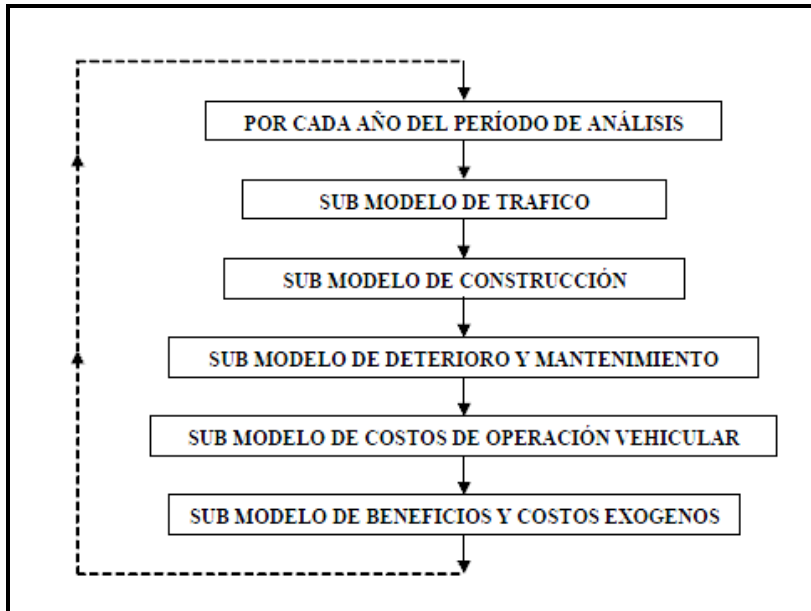
Una de las diferencias esenciales entre los diferentes módulos es la forma en que se trata físicamente la división de la carretera. En el análisis de programa, se definen los tramos como unidades físicas identificables de la red de carreteras a través del análisis. En el análisis de estrategia se consideran como grupos los tramos representativos de la red de carretera que serán analizados. En el análisis de estrategia, se tiene una visión general más que específica y es trabajada por grupos.

### **3.7 Fases de Simulación del HDM III**

La secuencia de las fases de simulación se muestra en el Grafico N° 08, para cada año del período de análisis. Cada sub modelo se desarrolla en sucesión para cada camino enlazado con varias alternativas de programas de construcción y políticas de mantenimiento que pueden ser específicos.

GRAFICO N° 08

FASES DE LA SIMULACION



FUENTE: ISOHDM Technical

Modelo de Tráfico.- Calcula el tráfico del año para cada tramo, toma datos y calcula el flujo por tipo de vehículo en cada año y cada tramo de una red. El tráfico normal se incrementa por el tráfico generado, para ello el usuario puede indicar el tiempo estimado de flujo de cada tipo de vehículo y considerar los volúmenes de flujo que toman este efecto en algunos años y permanecer constante en un período dado, con un volumen inicial y una tasa de crecimiento fijo o una proporción del volumen actual por cada año. Una opción para el tráfico generado es definir una tasa fija para el tráfico normal en el mismo año.

El tiempo estimado de flujo de tráfico normal, es definido para iniciar un año calendario dado, mientras que el tráfico generado está a una escala relativa y puede iniciarse para la realización de un proyecto en construcción que puede ser en años diferentes para alternativas diferentes. El modelo también calcula para cada alternativa de carretera, el número de ejes de vehículos y el número de ejes simples



equivalentes que van por la carretera cada año. Estos valores son usados en la determinación del deterioro de la superficie de la vía.

Modelo de Construcción.- Inicia la construcción la carretera en base al tráfico del año calendario, calcula el costo para la construcción y las características de cambio en la vía. Se debe detallar un programa básico de proyectos en construcción así como muchas alternativas de construcción de manera que un proyecto pueda ser programado en un año específico o pueda iniciarse para el volumen de tráfico alcanzando en un nivel específico. La duración de cada proyecto es definido cada cinco años, pudiendo la construcción incluir obras de arte, ensanchamiento y el perfeccionamiento del pavimento de una carretera.

En cada caso básico y cada alternativa el sub modelo procesa la calidad de trabajo y materiales requeridos en cada año y puede establecer y determinar su financiamiento económico y costos de cambios imprevistos. El proyecto puede cambiar las características físicas previstas antes de terminar la conclusión del tráfico generado estas diferencias pueden cubrirse mediante la inclusión de costos y beneficios exógenos pre especificados.

El costo total por km de un proyecto y sobre costos de varios componentes es el producto de una cantidad física y su costo unitario. Una opción del modelo puede usarse sobre bases de análisis separados, todas las cantidades físicas por km y todos los costos unitarios, también sobre costos y otros y si estos ya están cargados, se considera en el resultado de costos por km. por cada componente o el total por todos los componentes.

Se permite el uso de relaciones endógenas, derivados de estudio empíricos calculados por estimaciones de aspectos constructivos. Esta consideración relaciona la combinación de costos unitarios que prevé preliminarmente los costos estimados de ingeniería y que no pueden ser hechos. Ellos son particularmente útiles en los análisis de intercambio entre construcción, mantenimiento y costos de operación vehicular para la investigación de estándares de niveles de construcción y políticas de mantenimiento.





Modelo de Deterioro y Mantenimiento.- Predice el deterioro de la carretera y cuantifica los costos de los trabajos de mantenimiento, en términos de la condición del pavimento existente, estándares de mantenimiento, cargas de tráfico y condiciones ambientales. Este modelo es la clave para analizar los efectos de diseño y políticas de mantenimiento para las condiciones de la carretera conjuntamente con el costo de operación vehicular como un componente del costo total. El modelo predice cada año el deterioro de la superficie a causa del tráfico, clima y las proyecciones en cada política de mantenimiento pre establecido; calcula las cantidades que cubren el trabajo de mantenimiento y aplica los costos unitarios para determinar el costo total de mantenimiento en cada año. Los efectos físicos de deterioro y mantenimiento son simulados en bases a relaciones empíricas.

El modelo contabiliza el deterioro de caminos pavimentados cuantificando fisuramientos, peladuras, formación de baches y desarrollo de huellas; traducidos en términos de rugosidad, que es la medida de la superficie del camino y condición usada en el modelo de operación vehicular. En caminos afirmados el deterioro se evalúa al transformarse áspera y perder el material agregado de la superficie. El camino deteriorado es una función del diseño original, tipo de material, volumen de tráfico y características de la carga, condiciones ambientales, edad del pavimento y la aplicación de políticas de mantenimiento.

Adicionalmente se muestra la pérdida de material en caminos no pavimentados los cuales están afectados por la curvatura horizontal y erosión durante las precipitaciones por efecto del alineamiento vertical que afecta el desarrollo de la rugosidad entre otras causas.

Las opciones de mantenimiento para compensar el deterioro en caminos pavimentados incluyen actividades como: bacheo, tratamiento superficial preventivo, resellos, refuerzo y reconstrucción. Para caminos sin pavimento las opciones son: el perfilado, bacheo y la reposición de grava. Adicionalmente el mantenimiento incluye una atención rutinaria, drenaje, bermas y eliminación de vegetación en los bordes de la carretera.



Para caminos pavimentados el modelo incluye relaciones de comportamiento con siete diferentes tipos de superficie de pavimentos y tres tipos base. Las relaciones se aplican a climas tropicales y sub tropicales, pero no son extendidas a condiciones frías.

Modelo de Costos de Operación Vehicular.- Predice los costos de operación en términos de la geometría y condiciones de tipo de superficie. Procesa los costos de financiamiento de los usuarios de la vía, por cada año. Las cantidades de recursos consumidos y tiempos perdidos por el tránsito, son calculados y luego multiplicados por los costos unitarios para obtener costos de operación vehicular y costos de tiempo de viaje. Los vehículos y recursos consumidos (combustible, llantas, mantenimiento del vehículo, etc.) son relacionados con el volumen y composición de tráfico, al tipo de superficie y características geométricas de la sección del camino.

El análisis utiliza cuatro grupos de relaciones que fueron desarrollados en estudios separados; cada grupo de respuestas relaciona la proyección de la condición de camino, flota de vehículos y estudios económicos ambientales de la región.

Teniendo un grupo específico de cuatro de relaciones para el estudio el usuario puede proveer datos de subidas y bajadas, curvatura horizontal, ancho de calzada y rugosidad de superficie.

Algunos de estos grupos de relaciones requieren especificar tipos de superficie, altitud y otros factores. Características de diferentes tipos de flota de vehículos pueden preverse como el ciclo de vida del vehículo, uso anual, potencia, peso total y otros.

Por cada año de cada alternativa, el modelo calcula la velocidad de operación para cada tipo de vehículo, esto depende de la geometría del camino, la rugosidad y características del vehículo, la velocidad, la orografía, rugosidad y otros factores. El consumo de combustibles, lubricantes y llantas son determinados como parte y labores de mantenimiento. Para vehículos comerciales el tiempo de viaje es inversamente proporcional a la velocidad del vehículo. Para calcular la depreciación e interés de los vehículos se considera una proporción del costo vehicular; la opción



es tratar la vida del vehículo constante o variable; así mismo se disponen métodos para calcular el costo sobre el número de kms. conducidos por año. Todos estos elementos, mientras hayan sido calculados en las condiciones "reales", es reconstruido en valor monetario.

Para una comparación de alternativas es necesario contabilizar las diferencias en el tiempo gastado por los pasajeros en tránsito y las diferencias en el tiempo de carga que toman para alcanzar sus destinos. Por consiguiente, el modelo computa esos tiempos y si el usuario especifica los valores unitarios apropiados, incluirá éstos costos de tiempo en el análisis.

Modelo de Beneficios y Costos Exógenos.- Asigna en cada año costos y beneficios exógenos y estos pueden incorporarse en el modelo cuantificando los beneficios por ahorros en la reducción de accidentes, riesgos y emergencias; ahorros de pérdidas en el transporte de productos perecibles entre otros, así como la implementación de beneficios por el desarrollo de área involucrada en el estudio cuantificados como excedencias de producción. En cuanto a costos se puede incorporar también los costos anuales que incurrirá el gobierno a fin de cubrir actividades eventuales en la carretera como (accidentes, fenómenos ambientales y otros) que en suma son actividades externas al modelos y que permiten una evaluación económica más objetiva.



# CAPÍTULO IV : RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

## **4.1 Nombre del Proyecto**

Estudio de Factibilidad del Proyecto:

“Mejoramiento de la Carretera Bagua Chica – Flor de la Esperanza”.

## **4.2 Objetivo del Proyecto**

Objetivo General

El objeto del estudio, es analizar, identificar y evaluar desde el punto de vista técnico y económico, la alternativa de intervención más conveniente, para el mejoramiento de la vía vecinal, ubicada en el ámbito del distrito de La Peca. Implementando las características viales, confort adecuadas, en atención a los lineamientos establecidos para la vía vecinal.

En los estudios técnicos realizados se ha considerado los aspectos señalados en las normas vigentes del Sistema Nacional de Inversiones.

Objetivo Especifico

Cuantificar la demanda y proyección de tráfico y confrontarla con la oferta para definir el tamaño de inversión que se requiere para atender al proyecto.

Definir los diseños de ingeniería y las alternativas propuestas en base a los estudios básicos realizados y la oferta-demanda de transporte.

Elaborar diagnostico situacional del área de influencia del proyecto.

Identificar y evaluar impactos ambientales de las alternativas propuestas.

Dotar de elementos de Seguridad Vial y Señalización en los tramos en estudio y dar solución a los problemas de drenaje.

Estimar los beneficios económicos del proyecto.

Evaluación técnica y económica de dos alternativas.

Determinar parámetros e indicadores de rentabilidad que midan los beneficios económicos del proyecto.

### 4.3 Localización

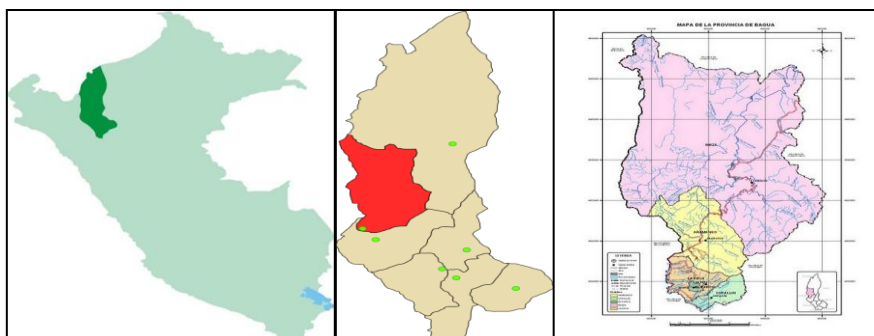
El proyecto ha de ejecutarse en el siguiente ámbito geográfico:

Departamento	Provincia	Distrito	Lugar
Amazonas	Bagua	La Peca	Bagua Chica – Flor de la Esperanza

Para poder apreciar con mayor detalle la zona en la que se halla localizado el proyecto, veamos las siguientes ilustraciones de macro y micro localización y anexos.

GRAFICO N° 09

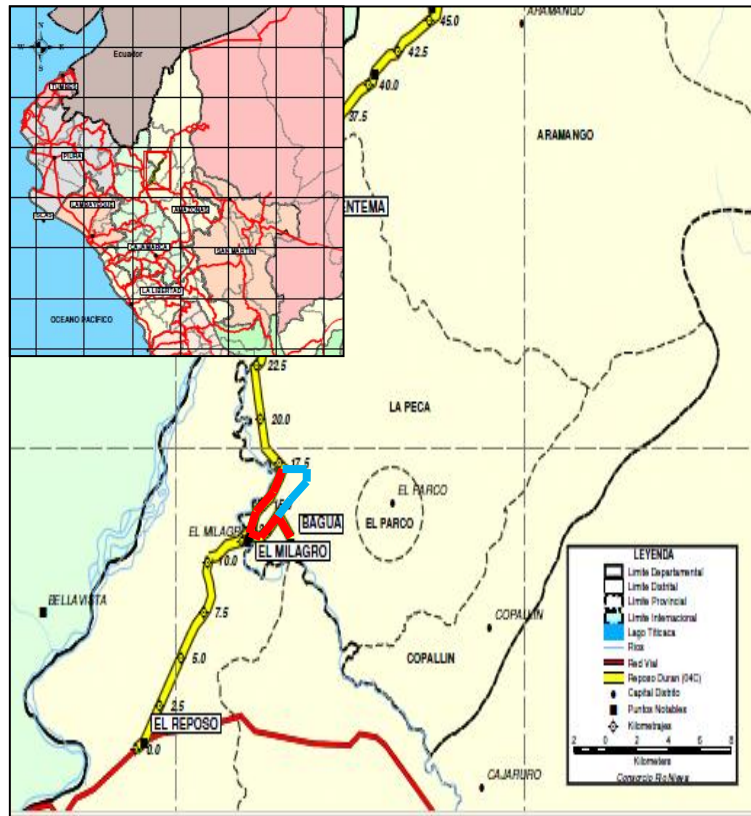
MACRO LOCALIZACION GEOGRAFICA



FUENTE: Elaboración Propia

GRAFICO N° 10

TRAZO DE LA VIA EN ESTUDIO Y MICROLOCALIZACION GEOGRAFICA



FUENTE: Elaboración Propia

## 4.4 Memoria Descriptiva

### Antecedentes

Es conveniente describir en forma resumida y clara los antecedentes de este importante Proyecto, es decir la realización de los estudios de ingeniería necesarios para la construcción de la carretera en cuestión.

### Importancia de la Vía

Este tramo, se comprenderá dentro de una parte del proyecto integral de carretera El Reposo –Saramiriza cuya longitud aproximada es de 317 km. Pero que reviste una necesidad e importancia muy singulares para la zona norte de nuestro país pues constituye una zona de futuro transporte y comercio entre el norte del Perú con el



Brasil que finalmente constituye la ruta más corta entre el estado de Amazonas del Brasil y la costa del pacífico en el Perú, para el intercambio comercial de nuestros fosfatos procedentes de Piura y la soya del Brasil.

## **4.5 Estudio de Topografía y Diseño Geométrico**

### Generalidades

El presente Estudio de Ingeniería de la Carretera Bagua Chica – Flor de la Esperanza, que se inicia en la entrada de la población de Bagua Chica a la altura del puente la Peca y termina en el pueblo Flor de la Esperanza a una distancia por el Tramo I (7.15 Km.) y por el Tramo II (10.39 Km.)

- El trazo topográfico ha seguido en lo posible los mismos alineamientos, con modificaciones en el diseño del eje que se han efectuado en algunos casos para mejorar la geometría del trazo y de esta manera evitar la demolición de obras importantes existentes (muros y pontones de difícil cimentación)

### Características Geométricas de la Vía

Todo el proyecto se ha dividido en dos tramos principales (Tramos I y II), teniendo en cuenta distintos aspectos, como son: topográficos, geológicos, geomorfológicos, geodinámicos, que tiene su implicancia sobre el área en el cual se emplaza la actual vía y siendo ésta muy importante a nivel regional, se ha tomado en cuenta las siguientes consideraciones:

#### Tramo I

Comprendido entre Bagua Chica (Km. 0+000) y Flor de la Esperanza (Km. 10+390.43); el diseño se efectuará para una vía de 2do. Clase, teniendo las siguientes características técnicas:

- Velocidad directriz 30 km/h
- Superficie de rodadura 6.60 m
- Bermas laterales 1.20 m c/l



- Cunetas triangulares 1.50 x 0.30 m
- Radio mínimo 50 m
- Radio máximo 250 m
- Pendiente máxima 9.85 %
- Pendiente mínima 0.39 %
- Bombeo 2.50 %

#### Tramo II

Comprendido entre Bagua Chica (Km. 0+000) y Flor de la Esperanza (Km. 7+177.15); el diseño se efectuará para una vía de 2do. Clase, teniendo las siguientes características técnicas:

- Velocidad directriz 30 km/h
- Superficie de rodadura 6.60 m
- Bermas laterales 1.20 m c/l
- Cunetas triangulares 1.50 x 0.30 m
- Radio mínimo 50 m
- Radio máximo 5000 m
- Pendiente máxima 9.35 %
- Pendiente mínima 0.03 %
- Bombeo 2.50 %





## Estado Actual de la Vía

Con la finalidad de evaluar y establecer el estado actual en que se encuentra la actual vía, se ha efectuado una inspección ocular y recorrido integral del Tramo I y Tramo II: Bagua Chica – Flor de la Esperanza, y cuya situación se describen a continuación:

### Tramo I:

Se ha constatado en el campo, que el km 0+000 hacia delante, se trata de una trocha carrozable, con superficie de rodadura de tierra, sin pavimento. Solo posee una cobertura superficial de material de afirmado, que conforma prácticamente un lastrado sin dosificación técnica alguna.

Este sector también se encuentra sin el mantenimiento requerido y por tanto la plataforma presenta un pésimo estado de conservación, con presencia de muchos baches, segmentos encalaminados y asentamientos de consideración de la plataforma, la misma que en muchos sectores presenta aguas empozadas o que corren por el camino, que no pueden ser evacuadas convenientemente.

El ancho promedio total de la superficie de la corona del camino, en este sector, es de aproximadamente 5.80 m, que incluye el espacio que ocuparían las cunetas. Los bordes de la vía se encuentran invadidos por la vegetación, dificultando de alguna manera la visibilidad de los usuarios, creando riesgos al tránsito.

En este tramo también se ha podido constatar la ausencia de las cunetas laterales, y alcantarillas existiendo pequeñas acequias por donde circulan las aguas de precipitación y escorrentía que se desbordan continuamente hacia la plataforma de la carretera, con el consiguiente deterioro de la misma.

El tramo en mención no cuenta con un sistema de drenaje, solo cuenta con pases de agua construidos por los pobladores de la zona.

Otro de los aspectos que contribuye fuertemente al deterioro de la plataforma, es la situación actual de muchas chacras principalmente arrozales que se ubican sobre ambos lados de la carretera actual y cuyo riego en estas zonas de producción no



tienen ningún control, y las aguas muchas veces invaden la plataforma. También la filtración que se produce en estos sectores contribuye ostensiblemente al deterioro de la superficie de rodadura.

#### Tramo II:

Se ha constatado en el campo, que desde el km 0+000 hacia delante, se trata de una zona de trocha carrozable hasta el Km 2+500 y de ahí hacia el final del tramo se presenta una pista asfaltada en mal estado.

Este sector también se encuentra sin el mantenimiento requerido y por tanto la plataforma presenta un pésimo estado de conservación, con presencia de muchos baches, segmentos encalaminados, ahuellamientos severos y asentamientos de consideración de la plataforma, la misma que en muchos sectores presenta aguas empozadas o que corren por el camino, que no pueden ser evacuadas convenientemente.

El ancho promedio total de la superficie de la corona del camino, en este sector, es de aproximadamente 5.80 m, que incluye el espacio que ocuparían las cunetas. Los bordes de la vía se encuentran invadidos por la vegetación, dificultando de alguna manera la visibilidad de los usuarios, creando riesgos al tránsito.

En este tramo también se ha podido constatar obras de arte en mal estado como cunetas laterales, y pontones por donde circulan las aguas de precipitación y escorrentía que se desbordan continuamente hacia la plataforma de la carretera, con el consiguiente deterioro de la misma.

En el intervalo comprendido entre el Km. 3+000 al Km. 3+500 aproximadamente, se ha comprobado la destrucción del borde izquierdo de la carretera por erosión de la quebrada, cuya alcantarilla construida en el lugar ha sido destruida.



El sistema de drenaje en este sector también se encuentra sin mantenimiento, pues el 95% de las alcantarillas existentes se encuentran invadidas por la vegetación y en proceso de deterioro y de colmatación continua.

A la altura del Km. 5+300 al Km. 5+500 se ha verificado que uno de los brazos del río Utcubamba, ha destruido la carretera en este sector, por lo que se ha tenido que correr el eje hacia la ladera derecha de la carretera, a fin de restituir la plataforma para la circulación vial. Este es un punto crítico de la carretera, que podría incrementar las dificultades al tránsito, sino se toman medidas de precaución necesarias.

## **4.6 Estudio de Geología y Geotecnia**

### Objetivos

El principal objetivo del estudio, ha sido efectuar una evaluación de carácter geológico - geotécnico mediante las observaciones de campo y labores de gabinete, determinando la composición, características y comportamiento de las diferentes formaciones geológicas (rocas y suelos) por las que se emplaza esta carretera, adoptándose las medidas correctivas, especificando su tratamiento a aplicarse, de tal forma que se garantice la estabilidad de la vía, un tráfico regular y la seguridad necesaria con el mantenimiento periódico correspondiente.

Los objetivos específicos de este informe son:

Conocer las características fisiográficas y geomorfológicas por las que atraviesa el tramo.

Definir las condiciones de Geodinámica Externa, determinando la posible ocurrencia de derrumbes, deslizamientos y otros desplazamientos de masas que puedan tener incidencia en la vía, tomando especial atención en puntos o zonas críticas.

Analizar, evaluar los problemas de estabilidad de taludes y emitir recomendaciones de solución para evitar y/o controlar su ocurrencia.



### Característica Climatológicas y Cobertura Vegetal

El clima predominante es de tipo cálido y templado. La temperatura promedio anual varía de 23°C a 25°C y precipitación anual del orden de los 770mm. En consideración a la clasificación de W. Koppen le corresponde el tipo Af, tropical-húmedo.

Estos tramos se caracterizan por presentar un paisaje de amplias zonas llanas y colinas bajas aisladas, donde crece una vegetación moderadamente arbustiva y herbácea que conforma el tipo Matorral – desértico.

### Geología y Estratigrafía

Las observaciones efectuadas en los diferentes cortes de carretera, cauces de quebradas, afloramientos rocosos superficiales y/o sub superficiales nos han permitido reconocer (las diferentes unidades estratigráficas por los que emplaza la carretera y que comprende de rocas sedimentarias, pertenecientes a las Formaciones Bagua Chica. El cuaternario está conformado por depósitos coluviales, coluvio - aluvionales, coluvio - aluviales y aisladamente aluviales), de acuerdo al siguiente cuadro estratigráfico:

CUADRO N° 02

#### PERFIL ESTATIGRAFICO

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA
Cenozoica	Cuaternario	Holocena Pleistocena	Depósitos Residuales Depósitos Aluvionales Depósitos Fluvio-Aluviales Depósitos Coluviales Depósitos Mixtos Poligenéticos
	Neogena	Pliocena Miocena	Formación Bagua Chica

FUENTE: Estudio de Factibilidad de La Carretera El Repôso - Zaramirza



## Clasificación de Materiales

La clasificación de materiales se ha efectuado como se indica a continuación:

**Material Suelto.-** Depósitos de tierra compacta y/o suelta, desecho y de cualquier otro material de fácil excavación que no requiera previamente ser aflojado mediante el uso de explosivos. En consideración a que en el tramo, en algunos casos, se presentan taludes de roca masiva y/o estratificada, en que por acción de una cuchilla se disgregan, por lo que como equivalente corresponde a la denominación más apropiada de roca alterada.

**Roca Fija.-** Materiales de gran cohesión y resistencia al rompiente, y que requieren necesariamente ser fragmentados con el uso de explosivos. Las voladuras deberán ser efectuadas por personal especializado a fin de evitar sobre excavación y/o daños a vehículos, instalaciones y personas. El uso en casos típicos se aplicará técnicas controladas de voladuras o se utilizarán geles expansivos.

**Roca suelta.-** Depósitos de tierra compacta y/o cementada y cualquier otro material de difícil excavación que requiere previamente ser aflojado mediante el uso moderado de explosivos y extracción será con el uso de maquinaria (tractores, volquetes, cargadores frontales, etc.).

Evaluación de las inclinaciones de los taludes de corte recomendables.

En este acápite se detallan las características geotécnicas de los materiales que conforman los taludes, adyacentes a la carretera; taludes que eventualmente pueden ser modificados por el cambio del trazado del camino y que consecuentemente requieren de la especificación de la inclinación del corte recomendable.

En general, el proyecto al utilizar la misma plataforma existente, que está bordeada por taludes relativamente estabilizados en razón de su antigüedad; y adicionalmente, considerando que el trazado deberá alejarse lo más posible tanto de los taludes, es previsible que los cortes de taludes para el mejoramiento de esta carretera.



En conformidad con las normas del Manual DG-2001, los taludes para las secciones en corte varían de acuerdo a la estabilidad de los terrenos en que están practicados y su inclinación ha sido determinada a lo largo de la carretera del proyecto según la calidad y homogeneidad de los suelos y rocas encontrados. En el diseño de estos taludes se ha tomado en cuenta la experiencia del comportamiento de los taludes de corte ejecutados en rocas o suelos de naturaleza y características geotécnicas similares, ubicadas en la zona del proyecto y que se mantienen estables en las mismas condiciones ambientales actuales.



CUADRO N° 03

EVALUACIÓN DEL TALUD MÁXIMO RECOMENDABLE DE USAR

TRAMO I

	CLASIFICACIÓN DE	COMPOSICIÓN			GRADO DE	TALUD A (V:H)	CONFIABILIDAD	
					GP (Grava pobremente graduada)			Predominancia de planicie aluvial
					GP (Grava pobremente graduada)			Predominancia de planicie aluvial
					GP (Grava pobremente graduada)			Predominancia de planicie aluvial

TRAMO II

	CLASIFICACIÓN DE	COMPOSICIÓN			GRADO DE	TALUD A (V:H)	CONFIABILIDAD	
00+000 – 3+500								
3+500 – 7+000								
7+000 – 10+390.43								

FUENTE: Estudio de Factibilidad de La Carretera El Repôso – Zaramiriza



## **4.7 Estudio de Suelos, Fuentes de Agua y Canteras**

### Objetivo del Estudio

En particular, el objetivo del Estudio de Mecánica de Suelos, es la determinación de las propiedades índices de los suelos encontrados en las calicatas excavadas a lo largo de la carretera, así como su clasificación, y la localización de materiales de préstamo (canteras) para su utilización dentro del proyecto.

### Estudios de Fuentes de Agua

El estudio de fuentes de agua para la Carretera Bagua Chica – Flor de la Esperanza, se ha considerado de la siguiente manera:

Se ha considerado 5 puntos de fuentes de agua desde la localidad de Bagua Chica hasta la localidad Flor de la Esperanza, los cuales han sido localizados en:

#### Tramo I

Quebrada Rio la Peca, en el Km. 1+650 con un caudal regular y permanente durante todo el año.

Quebrada Km. 4+530, con caudal regular y permanente durante todo el año.

Quebrada Miraná ubicado en el km 8+260

#### Tramo II

Río Utcubamba, en el Km. 2+620, con caudal abundante y permanente durante todo el año.

Quebrada Achaguay, Km. 7+120, con caudal regular y permanente durante todo el año.





## Características y Propiedades de las Canteras

### Propiedades de los Materiales de Canteras

Se ha estudiado 2 canteras que son las siguientes:

#### Cantera La Huanguera

La cantera La Huanguera se encuentra en el km 203+650 carretera Dv. Olmos – Corral Quemado – Bagua Grande lado izquierdo, acceso de 1500 metros, compuesto de material granular subredondeado de TM 3”, con arenas de grano fino tipo GP, GW en clasificación SUCS y A-1-a(0) en clasificación AASHTO, ubicada en el cauce del río Marañón cercano a la hacienda La Huanguera. Este material será utilizado para relleno, sub base, base, concreto asfáltico, y concreto de cemento chancado al 100%, y para sub base chancado en un 75%, con un rendimiento del 90%, relleno al estado natural.

Se ha estimado una potencia de 200,000 m<sup>3</sup>, y su explotación se realizara en épocas de estiaje entre los meses de Marzo a Diciembre y será mediante volquetes tractor, y cargador frontal. La cantera es de propiedad del estado.

#### Cantera Rentema

La cantera Rentema se encuentra en el km 6+165 del Tramo II de la carretera en estudio con un acceso de

700 metros que requiere mejoramiento, en el cauce del río Marañón. El material de esta cantera esta compuesto de gravas subredondeado de TM 3” y mayores de 3” en un 10%, con arenas de grano fino tipo GP, GW en clasificación SUCS y A-1-a(0) en clasificación AASHTO. Este material será utilizado para la conformación de relleno, sub base, base y para la elaboración de concreto asfáltico y de cemento será chancado al 100%. El rendimiento es de 90%. Se ha estimado una potencia de 300,000 m<sup>3</sup> y su explotación se realizara mediante volquetes, tractor, y cargador frontal, el periodo de explotación será durante los meses de estiaje Marzo a Diciembre. Es de propiedad del estado.



## 4.8 Estudio de Pavimentos

### Introducción

Se determinará la información básica y necesaria para el diseño definitivo de la estructura del pavimento de la Carretera Bagua Chica – Flor de la Esperanza.

Para el diseño del Estudio, se considerara dos alternativas como superficie de rodadura de la estructura del pavimento, la primera será de un Tratamiento Superficial Bicapa y la segunda una Carpeta Asfáltica en Caliente.

Para el diseño del pavimento se analizan específicamente las variables que intervienen en el diseño como son:

Tráfico

Características del suelo y de los materiales

Condiciones de drenaje

Factores ambientales

Pérdida de serviciabilidad

Período de diseño

Transito

De acuerdo al Estudio de Tráfico se definió el volumen, clasificación vehicular, el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes y su proyección para el periodo de servicio de 20 años.

El detalle de los conteos, determinación del IMDa, clasificación vehicular, se presenta en el capítulo correspondiente al Estudio de Tránsito.

Ejes Equivalentes para Diseño de Pavimentos



En base a los criterios de AASHTO y los censos de cargas por eje, efectuados por la unidad móvil de pesaje del MTC en Bagua (años 2008 - 2009 y 2010), volumen de tránsito y pesos de los vehículos pesados, fue transformado a ejes equivalentes de 80 KN, determinado el Número de repeticiones de EE para los periodos de 10 y 20 años.

Los parámetros de cálculo que se han utilizado son los siguientes:

Factores de Ejes Equivalentes:

Los factores de ejes equivalentes se obtienen aplicando la fórmula simplificada respecto a las cargas legales del Reglamento de Peso y Dimensión Vehicular. Las relaciones que se aplican para el cálculo de factores destructivos o de Ejes Equivalentes, son los considerados por el modelo computacional HDM III según lo siguiente:

Eje Simple de rueda simple:  $[P / 6.60]^4$

Eje Simple de rueda doble:  $[P / 8.16]^4$

Eje Tandem de rueda doble:  $[P / 15.1]^4$

Eje Tridem de rueda doble:  $[P / 22.9]^4$

Para el tránsito liviano se consideraron los siguientes factores:

Ligeros (representado por autos y camionetas) :

0.0001

Camionetas PU: 0.0230

Camionetas rurales – Combis: 0.2300

Micro: 0.7030



Para el tránsito pesado los factores de EE a 8.2 t, se obtuvieron del análisis de los pesos por eje realizados por PROVIAS Nacional a través de su Unidad Móvil de pesaje en Bagua, la información analizada corresponde al pesaje de la indicada unidad, durante los años 2008 – 2009 y 2010.

A partir de este análisis se obtuvieron los factores representativos por tipo de vehículo pesado a ser aplicados en el cálculo de número de repeticiones de Ejes Equivalentes:

CUADRO N° 04



FACTORES DE EJES EQUIVALENTES

	Peso_EJE1	Peso_EJE2	Peso_EJE3	Peso_EJE4	Peso_EJE5	Peso_EJE6	Peso_EJE7	Factor_EE1	Factor_EE2	Factor_EE C2		
VALOR MINIMO	820.00	420.00						0.000	0.000	0.000		
VALOR PROMEDIO	5,228.09	9,155.95						0.515	1.783	2.298		
VALOR MAXIMO	9,400.00	14,620.00						4.115	10.305			
NUMERO DE EJES	5,999	5,999						5,999	5,999			
	Peso_EJE1	Peso_EJE2	Peso_EJE3	Peso_EJE4	Peso_EJE5	Peso_EJE6	Peso_EJE7	Factor_EE1	Factor_EE2	Factor_EE B2		
VALOR MINIMO	7,210.00	10,070.00						1.424	2.319			
VALOR PROMEDIO	7,274.42	10,448.00						1.475	2,693	4.169		
VALOR MAXIMO	7,365.00	10,760.00						1.551	3,023			
NUMERO DE EJES	12	12						12	12			
	Peso_EJE1	Peso_EJE2	Peso_EJE3	Peso_EJE4	Peso_EJE5	Peso_EJE6	Peso_EJE7	Factor_EE1	Factor_EE2+EE3	Factor_EE C3		
VALOR MINIMO	380.00	940.00	500.00					0.000	0.003			
VALOR PROMEDIO	6,346.21	8,890.96	8,309.03					0.944	1,858	2.812		
VALOR MAXIMO	9,480.00	12,520.00	13,880.00					4.257	8.496			
NUMERO DE EJES	9,424	9,424	9,424					9,424	9,424			
	Peso_EJE1	Peso_EJE2	Peso_EJE3	Peso_EJE4	Peso_EJE5	Peso_EJE6	Peso_EJE7	Factor_EE1	Factor_EE2+EE3+EE4	Factor_EE C4		
VALOR MINIMO	7,856.00	10,200.00	9,497.00	2,867.00				1.811	1.015			
VALOR PROMEDIO	7,822.00	10,502.17	9,891.08	3,264.67				1.975	1.145	3.120		
VALOR MAXIMO	8,010.00	11,021.00	10,331.00	3,638.00				2.169	1.254			
NUMERO DE EJES	1,320	1,320	1,320	1,320				1,320	1,320			
	Peso_EJE1	Peso_EJE2	Peso_EJE3	Peso_EJE4	Peso_EJE5	Peso_EJE6	Peso_EJE7	Factor_EE1	Factor_EE2	Factor_EE3+EE4	Factor_EE T2S2	
VALOR MINIMO	3,020.00	2,920.00	1,500.00	2,600.00				0.044	0.016	0.022		
VALOR PROMEDIO	5,484.47	9,151.36	7,974.53	8,756.80				0.517	1.742	1.771	4.030	
VALOR MAXIMO	7,444.00	12,360.00	10,780.00	12,200.00				1.618	5.264	4.522		
NUMERO DE EJES	546	546	546	546				546	546	546		
	Peso_EJE1	Peso_EJE2	Peso_EJE3	Peso_EJE4	Peso_EJE5	Peso_EJE6	Peso_EJE7	Factor_EE1	Factor_EE2	Factor_EE3+EE4+EE5	Factor_EE T2S3	
VALOR MINIMO	6,431.00	10,323.00	5,111.00	6,567.00	6,869.00			0.901	2.561	0.430		
VALOR PROMEDIO	6,561.17	10,912.17	5,891.08	7,465.50	7,837.08			0.977	3.220	0.749	4.946	
VALOR MAXIMO	6,652.00	11,434.00	6,499.00	8,131.00	8,893.00			1.032	3.855	1.026		
NUMERO DE EJES	1,749	1,749	1,749	1,749	1,749			1,749	1,749	1,749		
	Peso_EJE1	Peso_EJE2	Peso_EJE3	Peso_EJE4	Peso_EJE5	Peso_EJE6	Peso_EJE7	Factor_EE1	Factor_EE2+EE3	Factor_EE4+EE5	Factor_EE T3S2	
VALOR MINIMO	900.00	2,560.00	760.00	1,460.00	420.00			0.000	0.009	0.003		
VALOR PROMEDIO	5,211.07	8,054.87	7,248.83	7,660.84	8,502.56			0.422	1.272	1.652	3.346	
VALOR MAXIMO	6,960.00	12,500.00	11,360.00	10,540.00	13,020.00			1.237	3.203	5.018		
NUMERO DE EJES	777	777	777	777	777			777	777	777		
	Peso_EJE1	Peso_EJE2	Peso_EJE3	Peso_EJE4	Peso_EJE5	Peso_EJE6	Peso_EJE7	Factor_EE1	Factor_EE2+EE3	Factor_EE4+EE5+EE6	Factor_EE T3S3	
VALOR MINIMO	1,980.00	2,960.00	520.00	540.00	678.00	613.00		0.008	0.012	0.004		
VALOR PROMEDIO	5,474.29	8,514.09	7,974.94	6,772.00	8,021.35	8,528.45		0.513	1.561	1.189	3.263	
VALOR MAXIMO	8,014.00	14,100.00	11,660.00	11,401.00	11,820.00	13,480.00		2.174	5.198	4.525		
NUMERO DE EJES	7,264	7,264	7,264	7,264	7,264	7,264		7,264	7,264	7,264		
	Peso_EJE1	Peso_EJE2	Peso_EJE3	Peso_EJE4	Peso_EJE5	Peso_EJE6	Peso_EJE7	Factor_EE1	Factor_EE2	Factor_EE3	Factor_EE4	Factor_EE T2T
VALOR MINIMO	4,120.00	4,520.00	2,240.00	1,740.00				0.152	0.094	0.006	0.002	
VALOR PROMEDIO	5,988.48	9,367.54	8,858.15	8,554.58				0.713	1.893	1.534	1.372	5.511
VALOR MAXIMO	7,640.00	12,300.00	10,880.00	10,780.00				1.795	5.162	3.150	3.046	
NUMERO DE EJES	395	395	395	395				395	395	395	395	
	Peso_EJE1	Peso_EJE2	Peso_EJE3	Peso_EJE4	Peso_EJE5	Peso_EJE6	Peso_EJE7	Factor_EE1	Factor_EE2	Factor_EE3	Factor_EE4+EE5	Factor_EE T2T3
VALOR MINIMO	4,160.00	4,820.00	900.00	940.00	940.00			0.16	0.12	0.00	0.00	
VALOR PROMEDIO	6,338.88	8,531.94	8,736.50	7,515.56	8,289.69			0.91	1.39	1.44	1.41	5.141
VALOR MAXIMO	8,150.00	11,620.00	10,280.00	10,060.00	10,600.00			2.33	4.11	2.52	3.50	
NUMERO DE EJES	160	160	160	160	160			160	160	160	160	
	Peso_EJE1	Peso_EJE2	Peso_EJE3	Peso_EJE4	Peso_EJE5	Peso_EJE6	Peso_EJE7	Factor_EE1	Factor_EE2+EE3	Factor_EE4	Factor_EE5	Factor_EE T3T
VALOR MINIMO	3,380.00	3,200.00	580.00	2,580.00	2,560.00			0.069	0.028	0.010	0.010	
VALOR PROMEDIO	6,569.80	8,999.15	8,849.04	8,898.66	9,035.04			1.032	2.045	1.534	1.644	6.254
VALOR MAXIMO	9,040.00	17,540.00	13,180.00	11,540.00	11,500.00			3.520	5.235	4.000	3.945	
NUMERO DE EJES	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400			3,400	3,400	3,400	3,400	
	Peso_EJE1	Peso_EJE2	Peso_EJE3	Peso_EJE4	Peso_EJE5	Peso_EJE6	Peso_EJE7	Factor_EE1	Factor_EE2+EE3	Factor_EE4	Factor_EE5+EE6	Factor_EE T3T
VALOR MINIMO	3,140.00	3,080.00	910.00	480.00	1,080.00	780.00		0.051	0.043	0.000	0.001	
VALOR PROMEDIO	6,347.84	8,695.83	8,822.08	8,451.80	6,958.87	7,187.56		0.906	1.902	1.296	0.890	4.984
VALOR MAXIMO	9,080.00	11,740.00	13,040.00	11,320.00	11,580.00	11,620.00		3.582	6.554	3.704	4.218	
NUMERO DE EJES	7,277	7,277	7,277	7,277	7,277	7,277		7,277	7,277	7,277	7,277	
<b>CAMION &gt; 6E</b>	Peso_EJE1	Peso_EJE2	Peso_EJE3	Peso_EJE4	Peso_EJE5	Peso_EJE6	Peso_EJE7	Factor_EE1	Factor_EE2+EE3+EE4	Factor_EE5	Factor_EE6+EE7	Factor_EE C >6E
1xCAMION 6x3	6,853.00	12,262.00	11,648.00	2,950.00	310.00	274.00	238.00	1.162	1.865	0.000	0.000	3.027
7xCAMION 8x4.R2	7,207.29	6,620.57	6,530.43	9,392.43	9,976.57	9,540.57		2.479	1.594	2.356	2.074	8.503
1xCAMION 8x4.R3	5840.00	4840.00	6340.00	6260.00	7760.00	7980.00	7320.00	0.945	0.485	0.818	1.054	3.302
<b>PROMEDIO CAMION &gt; 6E</b>	7,027.11	7,057.33	8,622.33	7,550.78	6,856.22	8,337.56	839.78	2.162	1.501	1.923	1.730	7.317

FUENTE: Ministerio de Transportes y Comunicaciones



Factor de Presión de Neumáticos:

Otro de los factores a ser considerados en la determinación del Número de Repeticiones de EE es el efecto de la presión de contacto de los neumáticos. Para el presente caso, se consideró los determinados en el estudio de factibilidad:

Camión de 2E: 1.01

Camión de 3E: 1.36

Camión > 3E: 1.63

Tasa de Crecimiento:

Para efectos de la proyección de tránsito se consideró las siguientes tasas de crecimiento determinadas en el estudio de tráfico:

CUADRO N° 05

TASA DE CRECIMIENTO

Tipo de vehículo	Tasa de Crecimiento (%)
Autos + Camionetas	5.4 %
Camionetas Rurales + Micros	5.1 %
Ómnibus	4.3 %
Camiones de 2E, 3E y 4E	4.8 %
Camiones articulados	4.7 %

FUENTE: Estudio de Factibilidad de La Carretera El Repòso - Zaramiriza

Tramos Existentes no Pavimentado – Diseño de Pavimento Nuevo Método de Diseño AASHTO

Para el diseño de la estructura del pavimento se utilizó la metodología AASHTO 1993.

Aplicando la siguiente ecuación:

Pavimento Flexible

$$\log_{10} W_{18} = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10} (SN+1) - 0.20 + \log_{10} \left[ \frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5} \right] / \left[ 0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}} \right] + 2.32 \times \log_{10} M_R - 8.07$$

Donde:

W18: Número total de Ejes Equivalentes, para el período de diseño

$\Delta$  PSI: Diferencial de serviciabilidad (Serviciabilidad inicial pi – Serviciabilidad final pf)

Mr: Módulo de resiliencia de la subrasante

Zr: Coeficiente estadístico asociado a la confiabilidad

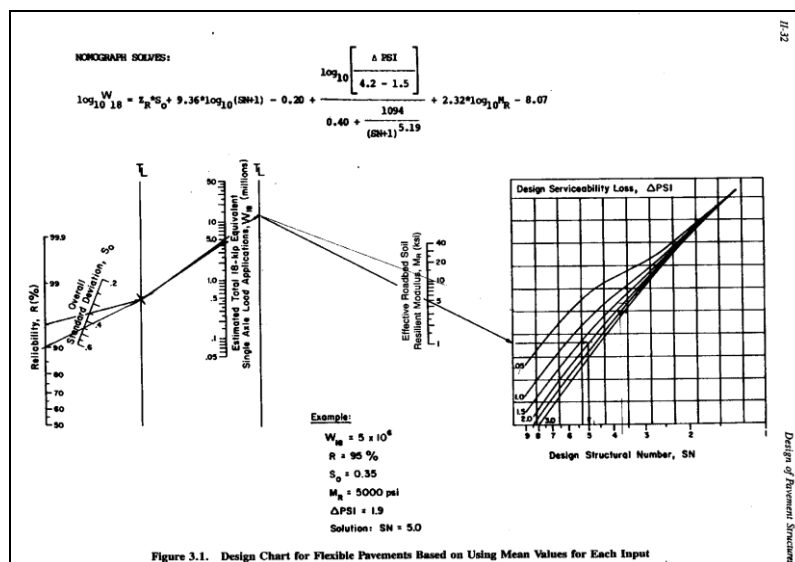
So: Desviación estándar combinada en la estimación de los parámetros y del comportamiento del modelo

SN: Número Estructural

A partir del algoritmo de diseño AASHTO-93, para pavimentos flexibles, se desarrolló el programa en hoja de cálculo denominado “pavflex-saramiriza”, el uso de la ecuación básica de diseño permite obtener resultados con mayor precisión que el nomograma de diseño AASHTO adjunto.

GRAFICO N° 11

DISEÑO DE PAVIMENTO MÉTODO DE DISEÑO AASHTO



FUENTE: Estudio de Factibilidad de La Carretera El Repóso - Zaramiriza



A continuación se describe cada uno de los parámetros requeridos para el diseño y se presentan los datos considerados:

#### Suelos

Del perfil estratigráfico y estudio de suelos se determinarán los valores de CBR y los correspondientes módulos resilientes ( $M_r$ ) para efectos del diseño de pavimentos.

Los suelos en el tramo en estudio son suelos finos de baja capacidad portante, en general con CBR menores a 10%; en razón de ello y para efectos de la determinación del  $M_r$  se utilizó la ecuación sugerida en la guía AASHTO:  $M_r = 1500 \times \text{CBR}$

#### Confiabilidad

El nivel de confiabilidad seleccionado según los indicadores de diseño es de 90%, considerando que responde al criterio de la clasificación funcional de la vía.

Desviación standard combinada ( $S_o$ ):

$$S_o = 0,45$$

El valor de la Desviación Standard combinada seleccionado es el recomendado por la AASHTO.

#### Coefficientes de drenaje ( $m_i$ )

El método AASHTO requiere del coeficiente de drenaje de las capas granulares de base y subbase. Este coeficiente tiene por finalidad tomar en cuenta la influencia del drenaje en la estructura del pavimento.

Para el presente caso, se considerará una calidad de drenaje bueno en un porcentaje de exposición menor entre 5 y 25%; en tal sentido, el coeficiente de drenaje ( $m_i$ ) para las capas de base y subbase, será de 1.0.

#### Serviciabilidad





El índice inicial de serviciabilidad será de 4,0 y el final al cabo de 10 años, será de 2,0 por lo que:  $\Delta \text{PSI} = 4.0 - 2.0 = 2.0$ .

## Dimensionamiento de la Estructura del Pavimento

### Método AASHTO

Los datos obtenidos y procesados serán aplicados a la ecuación de diseño AASHTO, resultando el Número Estructural total requerido como respuesta al tráfico,  $M_r$  de subrasante, confiabilidad, desviación estándar, coeficiente de drenaje, y serviciabilidad considerado para el diseño de pavimentos.

El Número Estructural obtenido en esta forma representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, o sea de la capa de rodadura, de base y de subbase, mediante el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 + m_3$$

Según AASHTO la ecuación SN no tiene una solución única, existiendo muchas combinaciones de espesores de cada capa que dan una solución satisfactoria. No obstante, recomienda espesores mínimo para las capas de base y superficie de rodadura asfáltica, en función del tráfico y un análisis de diseño por capas.

Se adoptará el criterio de estructurar el pavimento respetando estrictamente los espesores mínimos recomendados por AASHTO para el Número de repeticiones de EE de diseño para 10 años.

A continuación se presentan los números estructurales calculados y los espesores de la estructura de pavimentos para cada uno de los tramos no pavimentados o afirmados, también el cálculo del refuerzo para la segunda etapa de 10 años, con la cual se contempla el periodo de 20 años. Se presenta el diseño para las alternativas de superficie de rodadura con Tratamiento Superficial Bicapa y con Carpeta Asfáltica en Caliente:



Alternativa Superficie de Rodadura Tratamiento Superficial Bicapa

CUADRO N° 06

RESULTADOS DEL ESTUDIO DE PAVIMENTOS TRAMO I – TSB

BAGUA CHICA – FLOR DE LA ESPERANZA		TRAMO I: KM 00+000 – KM 10+390.43	
AASHTO'93 PERIODO DE DISEÑO		SN Mr de Subrasante	SN Mr de Subrasante
		10 años	20 años
N° REP. (8.2 t)		4.32E+05	7.01E+05
Log. N° REP. (8.2 t)		5.636	5.846
Log. N° REP. (8.2 t)		5.636	5.846
ZR		(1.282)	(1.282)
So		0.450	0.450
Po		4.0	4.0
Pf		2.0	2.0
PSI (Po - Pt)		2.0	2.0
CBR		11.87	11.87
MR		17805	17805
SN		2.149	2.325
Coeficiente estructural B.G. (a2)		0.051	0.051
Coeficiente de drenaje B.G. (m2)		1.000	1.000
Coeficiente estructural SB (a3)		0.043	0.043
Coeficiente de drenaje SB (m3)		1.000	1.000
<b>DISEÑO PAVIMENTO CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA</b>			
BAGUA CHICA – FLOR DE LA ESPERANZA		TRAMO 1: KM 00+000 – KM 10+390.43	
TRATAMIENTO BICAPA	SUPERFICIAL	0.250	0.250
BASE GRANULAR		1.530	1.530
a2 / cm		0.051	0.051
m2		1.000	1.000
D2 ( cm)		30.0	30.0
SUBBASE GRANULAR		0.387	0.559
a3 / cm		0.043	0.043
m3		1.000	1.000
D3 ( cm)		9.0	13.0
SN (estructura de diseño)		2.167	2.339
SN Requerido		2.149	2.325



ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	10 AÑOS	20 AÑOS
SUPERFICIE TSB (SN)	2.167	2.339
TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA	TSB	TSB
BASE GRANULAR (cm)	30.0	30.0
SUBBASE GRANULAR (cm)	9.0	13.0
ESPESOR TOTAL (cm) (*)	39.0	43.0
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	10 AÑOS	20 AÑOS
ADOPTADO (SN)	2.232	2.385
TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA	TSB	TSB
BASE GRANULAR (cm)	22.0	25.0
SUBBASE GRANULAR (cm)	20.0	20.0
ESPESOR TOTAL (cm) (*)	42.0	45.0

(\*) No incluye el espesor del TSB

FUENTE: Estudio de Factibilidad de La Carretera El Repóso - Zaramiriza

#### CUADRO N° 07

CONSTRUCCION POR ETAPAS HASTA COMPLETAR UN PERIODO DE SERVICIO DE 20 AÑOS TRAMO I - TSB

REFUERZO	10 - 20 años
NUMERO DE REPETICIONES PARA $P_t = 1.5$ (Condición de Falla)	
N° REP. (8.2 t) $P_t = 2.5$	4.32E+05
N° REP. (8.2 t) $P_t = 1.5$	5.89E+05
Log. N° REP. (8.2 t) $P_t = 1.5$	5.770
ZR	(1.282)
So	0.450
Po	4.0
Pf	1.5
PSI (Po - Pt)	2.5
CBR	11.87
MR	17805
SN (inicial)	2.232

PERIODO	10 - 20 AÑOS
---------	--------------



Número Estructural requerido para el refuerzo (SNref)	0.531
Número Estructural requerido total (SNn)	2.325
Número Estructural inicial (SNo)	2.232
% Vida remanente (RL)	26.7%
Factor de condición (CF)	0.80
Número Estructural efectivo del pavimento existente (Sneff)	1.794
Coefficiente estructural CA (a1)	0.170
Refuerzo Asfáltico Requerido (cm)	3.1
Refuerzo Asfáltico adoptado (cm)	3.0
Numero Estructural	2.304

FUENTE: Estudio de Factibilidad de La Carretera El Repóso - Zaramiriza

CUADRO N° 8

RESULTADOS DEL ESTUDIO DE PAVIMENTOS TRAMO II - TSB

BAGUA CHICA – FLOR DE LA ESPERANZA	TRAMO II: KM 00+000 – KM 7+177.15	
AASHTO'93 PERIODO DE DISEÑO	SN Mr de Subrasante	SN Mr de Subrasante
	10 años	20 años
N° REP. (8.2 t)	4.08E+05	6.57E+05
Log. N° REP. (8.2 t)	5.610	5.818
Log. N° REP. (8.2 t)	5.609	5.817
ZR	(1.282)	(1.282)
So	0.450	0.450
Po	4.0	4.0
Pf	2.0	2.0
PSI (Po - Pt)	2.0	2.0
CBR	10.52	10.52
MR	15780	15780
SN	2.227	2.407
Coefficiente estructural B.G. (a2)	0.051	0.051
Coefficiente de drenaje B.G. (m2)	1.000	1.000
Coefficiente estructural SB (a3)	0.043	0.043
Coefficiente de drenaje SB (m3)	1.000	1.000



DISEÑO PAVIMENTO CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA		
BAGUA CHICA – FLOR DE LA ESPERANZA	TRAMO II: KM 00+000 – KM 7+177.15	
TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA	0.250	0.250
BASE GRANULAR	1.530	1.530
a2 / cm	0.051	0.051
m2	1.000	1.000
D2 ( cm)	30.0	30.0
SUBBASE GRANULAR	0.473	0.645
a3 / cm	0.043	0.043
m3	1.000	1.000
D3 ( cm)	11.0	15.0
SN (estructura de diseño)	2.253	2.425
SN Requerido	2.227	2.407
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	10 AÑOS	20 AÑOS
SUPERFICIE TSB (SN)	2.253	2.425
TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA	TSB	TSB
BASE GRANULAR (cm)	30.0	30.0
SUBBASE GRANULAR (cm)	11.0	15.0
ESPESOR TOTAL (cm) (*)	41.0	45.0

(\*) No incluye el espesor del TSB

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	10 AÑOS	20 AÑOS
ADOPTADO (SN)	2.232	2.428
TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA	TSB	TSB
BASE GRANULAR (cm)	22.0	25.0
SUBBASE GRANULAR (cm)	20.0	20.0
ESPESOR TOTAL (cm) (*)	42.0	46.0

(\*) No incluye el espesor del TSB

FUENTE: Estudio de Factibilidad de La Carretera El Repôso - Zaramiriza

CUADRO N° 9



CONSTRUCCION POR ETAPAS HASTA COMPLETAR UN PERIODO DE SERVICIO DE 20  
AÑOS TRAMO II - TSB

REFUERZO	10 - 20 años
NUMERO DE REPETICIONES PARA Pt = 1.5 (Condición de Falla)	
N° REP. (8.2 t) Pt = 2.5	4.08E+05
N° REP. (8.2 t) Pt = 1.5	4.45E+05
Log. N° REP. (8.2 t) Pt = 1.5	5.649
ZR	(1.282)
So	0.450
Po	4.0
Pf	1.5
PSI (Po - Pt)	2.5
CBR	10.52
MR	15780
SN (inicial)	2.232

PERIODO	10 - 20 AÑOS
Número Estructural requerido para el refuerzo (SNref)	0.922
Número Estructural requerido total (SNn)	2.407
Número Estructural inicial (SNo)	2.232
% Vida remanente (RL)	8.5%
Factor de condición (CF)	0.67
Número Estructural efectivo del pavimento existente (Sneff)	1.485
Coefficiente estructural CA (a1)	0.170
Refuerzo Asphaltico Requerido (cm)	5.4
Refuerzo Asphaltico adoptado (cm)	5.0
Numero Estructural	2.335

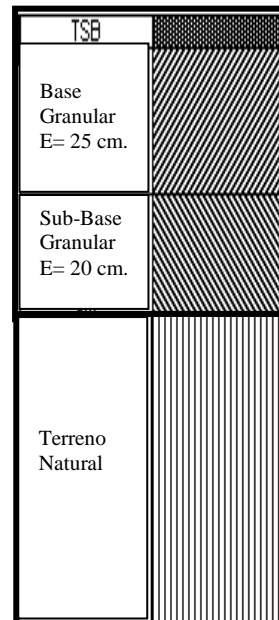
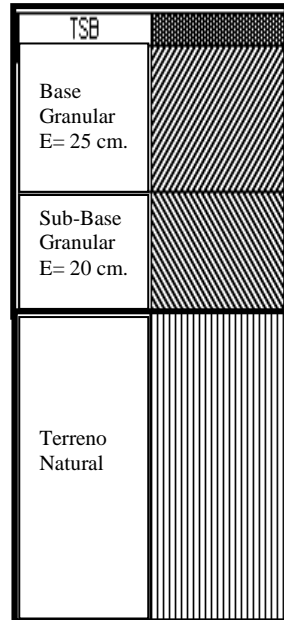
FUENTE: Estudio de Factibilidad de La Carretera El Repôso - Zaramiriza

GRAFICO N° 12

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO - ALTERNATIVA TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA

TRAMO I

TRAMO II



FUENTE: Estudio de Factibilidad de La Carretera El Repóso - Zaramiriza

Alternativa Superficie de Rodadura Carpeta Asfáltica en Caliente



CUADRO N° 10

RESULTADOS DEL ESTUDIO DE PAVIMENTOS TRAMO I - CAC

BAGUA CHICA – FLOR DE LA ESPERANZA	TRAMO I: KM 00+000 – KM 10+390.43	
AASHTO'93 PERIODO DE DISEÑO	SN Mr de Subrasante	SN Mr de Subrasante
	10 años	20 años
N° REP. (8.2 t)	4.32E+05	7.01E+05
Log. N° REP. (8.2 t)	5.636	5.846
Log. N° REP. (8.2 t)	5.636	5.846
ZR	(1.282)	(1.282)
So	0.450	0.450
Po	4.0	4.0
Pf	2.0	2.0
PSI (Po - Pt)	2.0	2.0
CBR	11.87	11.87
MR	17805	17805
SN	2.149	2.325
Coeficiente estructural B.G. (a2)	0.051	0.051
Coeficiente de drenaje B.G. (m2)	1.000	1.000
Coeficiente estructural SB (a3)	0.043	0.043
Coeficiente de drenaje SB (m3)	1.000	1.000
<b>DISEÑO PAVIMENTO CON CARPETA ASFALTICA</b>		
BAGUA CHICA – FLOR DE LA ESPERANZA	TRAMO I: KM 00+000 – KM 10+390.43	
CARPETA ASFALTICA	1.020	1.275
a1 / cm	0.170	0.170
D1 (cm)	6.0	7.5
BASE GRANULAR	1.275	1.275
a2 / cm	0.051	0.051
m2	1.000	1.000
D2 (cm)	25.0	25.0
SUBBASE GRANULAR	0.000	0.000
a3 / cm	0.043	0.043
m3	1.000	1.000
D3 (cm)	0.0	0.0
SN (estructura de diseño)	2.295	2.550
SN Requerido	2.149	2.550





ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	10 AÑOS	20 AÑOS
SUPERFICIE TSB (SN)	2.295	2.550
CARPETA ASFALTICA	6.0	7.5
BASE GRANULAR (cm)	25.0	25.0
SUBBASE GRANULAR (cm)	0.0	0.0
ESPESOR TOTAL (cm) (*)	31.0	32.5
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	10 AÑOS	20 AÑOS
ADOPTADO (SN)	2.295	2.550
CARPETA ASFALTICA	6.0	7.5
BASE GRANULAR (cm)	25.0	25.0
SUBBASE GRANULAR (cm)	0.0	0.0
ESPESOR TOTAL (cm) (*)	31.0	32.5

(\*) No incluye el espesor del TSB

FUENTE: Estudio de Factibilidad de La Carretera El Repóso - Zaramiriza

#### CUADRO N° 11

CONSTRUCCION POR ETAPAS HASTA COMPLETAR UN PERIODO DE SERVICIO DE 20 AÑOS TRAMO I - CAC

REFUERZO	10 - 20 años
NUMERO DE REPETICIONES PARA $P_t = 1.5$ (Condición de Falla)	
N° REP. (8.2 t) $P_t = 2.5$	4.32E+05
N° REP. (8.2 t) $P_t = 1.5$	7.04E+05
Log. N° REP. (8.2 t) $P_t = 1.5$	5.848
ZR	(1.282)
So	0.450
Po	4.0
Pf	1.5
PSI (Po - Pt)	2.5
CBR	11.87
MR	17805
SN (inicial)	2.295

PERIODO	10 - 20 AÑOS
---------	--------------



Número Estructural requerido para el refuerzo (SNref)	0.363
Número Estructural requerido total (SNn)	2.325
Número Estructural inicial (SNo)	2.295
% Vida remanente (RL)	38.6%
Factor de condición (CF)	0.85
Número Estructural efectivo del pavimento existente (Sneff)	1.962
Coefficiente estructural CA (a1)	0.170
Refuerzo Asfáltico Requerido (cm)	2.1
Refuerzo Asfáltico adoptado (cm)	2.0
Numero Estructural	2.304

FUENTE: Estudio de Factibilidad de La Carretera El Repóso - Zaramiriza

CUADRO N° 12

RESULTADOS DEL ESTUDIO DE PAVIMENTOS TRAMO II – CAC

BAGUA CHICA – FLOR DE LA ESPERANZA	TRAMO II: KM 00+000 – KM 7+177.15	
AASHTO'93 PERIODO DE DISEÑO	SN Mr de Subrasante	SN Mr de Subrasante
	10 años	20 años
N° REP. (8.2 t)	4.08E+05	6.57E+05
Log. N° REP. (8.2 t)	5.610	5.818
Log. N° REP. (8.2 t)	5.609	5.817
ZR	(1.282)	(1.282)
So	0.450	0.450
Po	4.0	4.0
Pf	2.0	2.0
PSI (Po - Pt)	2.0	2.0
CBR	10.52	10.52
MR	15780	15780
SN	2.227	2.407
Coefficiente estructural B.G. (a2)	0.051	0.051
Coefficiente de drenaje B.G. (m2)	1.000	1.000
Coefficiente estructural SB (a3)	0.043	0.043
Coefficiente de drenaje SB (m3)	1.000	1.000
<b>DISEÑO PAVIMENTO CON CARPETA ASFALTICA</b>		



BAGUA CHICA – FLOR DE LA ESPERANZA	TRAMO II: KM 00+000 – KM 7+177.15	
CARPETA ASFALTICA	1.020	1.275
a1 / cm	0.170	0.170
D1 (cm)	6.0	7.5
BASE GRANULAR	1.275	1.275
a2 / cm	0.051	0.051
m2	1.000	1.000
D2 (cm)	25.0	25.0
SUBBASE GRANULAR	0.000	0.000
a3 / cm	0.043	0.043
m3	1.000	1.000
D3 (cm)	0.0	0.0
SN (estructura de diseño)	2.295	2.550
SN Requerido	2.227	2.407
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	10 AÑOS	20 AÑOS
SUPERFICIE TSB (SN)	2.295	2.550
CARPETA ASFALTICA	6.0	6.0
BASE GRANULAR (cm)	25.0	25.0
SUBBASE GRANULAR (cm)	0.0	0.0
ESPESOR TOTAL (cm) (*)	31.0	32.5
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	10 AÑOS	20 AÑOS
ADOPTADO (SN)	2.295	2.550
CARPETA ASFALTICA	6.0	6.0
BASE GRANULAR (cm)	25.0	25.0
SUBBASE GRANULAR (cm)	0.0	0.0
ESPESOR TOTAL (cm) (*)	31.0	32.5

(\*) No incluye el espesor del TSB

FUENTE: Estudio de Factibilidad de La Carretera El Repóso - Zaramiriza

CUADRO N° 13



CONSTRUCCION POR ETAPAS HASTA COMPLETAR UN PERIODO DE SERVICIO DE 20 AÑOS TRAMO II - CAC

REFUERZO	10 - 20 años
NUMERO DE REPETICIONES PARA Pt = 1.5 (Condición de Falla)	
N° REP. (8.2 t) Pt = 2.5	4.08E+05
N° REP. (8.2 t) Pt = 1.5	5.32E+05
Log. N° REP. (8.2 t) Pt = 1.5	5.726
ZR	(1.282)
So	0.450
Po	4.0
Pf	1.5
PSI (Po - Pt)	2.5
CBR	10.52
MR	15780
SN (inicial)	2.295

PERIODO	10 - 20 AÑOS
Número Estructural requerido para el refuerzo (SNref)	0.601
Número Estructural requerido total (SNn)	2.407
Número Estructural inicial (SNo)	2.295
% Vida remanente (RL)	23.4%
Factor de condición (CF)	0.79
Número Estructural efectivo del pavimento existente (Sneff)	1.806
Coefficiente estructural CA (a1)	0.170
Refuerzo Asphaltico Requerido (cm)	3.5
Refuerzo Asphaltico adoptado (cm)	4.0
Numero Estructural	2.486

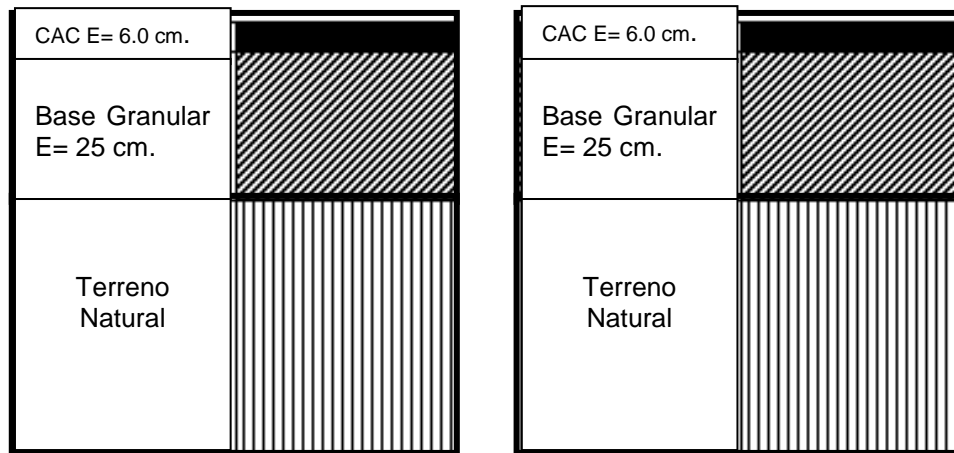
FUENTE: Estudio de Factibilidad de La Carretera El Repôso - Zaramiriza

GRAFICO N° 13

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO - ALTERNATIVA CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE

TRAMO I

TRAMO II



FUENTE: Estudio de Factibilidad de La Carretera El Repóso - Zaramirza

### Conclusiones de Diseño del Pavimento

Como conclusiones finales referentes al Diseño del pavimento para el proyecto se pueden establecer lo siguiente:

En el tramo comprendido entre Bagua Chica hacia Flor de la Esperanza el pavimento consistirá en lo siguiente:

La primera Alternativa del Pavimento del Tramo I estaría conformado por un Sub base de  $E= 0.20m.$ ; una Base de  $E= 0.25m.$  y una carpeta de rodadura de Tratamiento Superficial Bicapa.

La primera Alternativa del Pavimento del Tramo II estaría conformado por un Sub base de  $E= 0.20m.$ ; una Base de  $E= 0.25m.$  y una carpeta de rodadura de Tratamiento Superficial Bicapa.



La segunda Alternativa del Pavimento del Tramo I estaría conformada por una Base de E= 0.25m.; y una carpeta de rodadura de Carpeta Asfáltica en Caliente de E= 0.060m.

La segunda Alternativa del Pavimento del Tramo II estaría conformada por una Base de E= 0.25m.; y una carpeta de rodadura de Carpeta Asfáltica en Caliente de E= 0.060m.

## 4.9 Estudio de Tráfico

El Estudio de Tráfico, se ubica geográficamente en el Departamento de Amazonas, en la provincia de Bagua.

Conteos Continuos de 24 Horas

Para el relevamiento de los datos de campo se considero el trabajo simultaneo de 2 Brigadas de Trafico, compuesta cada una por un Jefe de Brigada que efectuara simultáneamente, funciones de Conteo y clasificación y clasificadores. Los turnos fueron rotativos.

CUADRO N° 14

UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE AFORO

Tramo	Ruta	Nombre	Código
Tramo I	R 004	Bagua Chica N° 01	C1
Tramo II	R 004	Bagua Chica N° 02	C2

FUENTE: Estudio de Factibilidad de la Carretera el Reposo - Saramiriza

En cada una de las estaciones se ejecutó el aforo durante las 24 horas del día, en forma ininterrumpida, por sentido del tráfico.

La clasificación vehicular correspondió a: autos-camionetas, camioneta rural, micros, ómnibus de 2 ejes, ómnibus de 3 o más ejes, camiones de dos ejes, camiones de tres ejes, camiones de cuatro ejes camiones, vehículos articulados de 3 ejes, cuatro ejes, de cinco ejes, de seis ejes y siete eje desagregados en traylers y semitraylers.



La metodología para expandir la muestra de cada estación de conteo vehicular al índice medio diario anual (IMDa), es presentada conjuntamente con el resumen de resultados.

Se utilizaron contómetros manuales para el control vehicular

CUADRO N° 15

PERIODO DE CONTEO VEHICULAR

Código	Nombre de la Estación	Días de Aforo	Tramo
C 1	Bagua Chica N° 01	7 días	Tramo I
C 2	Bagua Chica N° 02	7 días	Tramo II

FUENTE: Estudio de Factibilidad de la Carretera el Reposo - Saramiriza

Metodología para hallar el Promedio Diario Anual (IMD)

La metodología para hallar el Índice Medio Diario anual (IMD), corresponde a la siguiente:

$$IMD = IMDs * FC m$$

$$IMDs = \left[ \frac{(\sum V_l) * 5/2 + \sum V_{nl}}{7} \right]$$

Donde:

IMDs = Volumen clasificado promedio de la semana

$V_l$  = Volumen clasificado día laboral (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes)

$V_{nl}$  = Volumen clasificado días no laborables (día sábado ( $V_s$ ), domingo ( $V_d$ ),

FC m = Factor de corrección según el mes que se efectuó el aforo.



### Obtención de los Factores de Corrección

El factor de corrección estacional, se determina a partir de una serie anual de tráfico registrada por una unidad de Peaje, con la finalidad de hacer una corrección para eliminar las diversas fluctuaciones del volumen de tráfico por causa de las variaciones estacionales debido a factores recreacionales, climatológicas, las épocas de cosechas, las festividades, las vacaciones escolares, viajes diversos, etc.; que se producen durante el año.

Para el cálculo del factor de corrección mensual (FC<sub>m</sub>), se obtuvo de la información proporcionada por Provias Nacional – Gerencia de Operaciones Zonales, de la Unidad de Peaje de Bagua, del año 2009.

$$FC\ m = \frac{IMD\ Unidad\ Peaje}{IMD\ del\ mes\ de\ mayo\ de\ la\ Unidad\ Peaje}$$

Donde:

FC m = factor de corrección mensual clasificado por cada tipo de vehículo

IMD = Volumen Promedio Diario Anual clasificado de la U. Peaje

IMD mes julio = Volumen Promedio Diario clasificado, del mes de mayo en U.Peaje

El cuadro, presenta el factor de corrección mensual (FC m), a ser utilizado

CUADRO N° 16

#### FACTOR DE CORRECCION MENSUAL – 2011

Punto de Control	Rubro	VL	Bus+C 2 Ejes	Bus+C 3 Ejes	Acoplados	IMD
U.P. Bagua	IMD (veh/día)	319	38	8	8	373
	Julio (veh/día)	310	39	8	9	366
	F. Corrección	1.02866	0.98552	1.00667	0.86428	

FUENTE: Estudio de Factibilidad de la Carretera el Reposo - Saramiriza





Se establecieron los Factores de Corrección, por cada gran tipo de vehículo, tomando como base para los factores de corrección mensual, asumiendo el mismo Factor de Corrección para ambos sentidos

Efectuados los aforos vehiculares, se consolido y reviso la consistencia de los datos recopilados en campo, por estación y día de conteo, determinando el volumen promedio semanal (IMDs), posteriormente para obtener el Índice Medio Diario anual (IMDa), se aplicó al IMDs de la semana del estudio, el factor de corrección mensual del mes del aforo.

Resultados de los Aforos

Aplicando la metodología, se obtiene el IMDs, el cual será afectado por el factor de corrección mensual (FCm), obteniendo el IMDa.

Los cuadros siguientes contienen el resumen del volumen clasificado diario.

CUADRO N° 17

VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO – ESTACION BAGUA CHICA (C 1)

Tipo de Vehículo		Estación C 1 - IMDa (Veh/día)			
		Bagua Chica – Flor de la Esperanza	Flor de la Esperanza – Bagua Chica	Ambos	%
Auto		125	156	281	75%
Camta.		0	0	0	0%
Camta. Rural		16	15	31	8%
Micro		0	0	0	0%
Ómnibus	2 Ejes	3	4	7	2%
Ómnibus	+2 Ejes	0	0	0	0%
Camión	2 Ejes	20	18	38	10%
Camión	3 Ejes	4	4	8	2%
Camión	4 Ejes	0	0	0	0%
Semitrayler	2S2	0	0	0	0%
Semitrayler	2S3	0	0	0	0%
Semitrayler	3S2	0	0	0	0%
Semitrayler	3S3	0	0	0	0%
Trayler	2T2	0	0	0	0%
Trayler	2T3	0	0	0	0%



Tipo de Vehículo		Estación C 1 - IMDa (Veh/día)			
		Bagua Chica – Flor de la Esperanza	Flor de la Esperanza – Bagua Chica	Ambos	%
Trayler	3T2	0	0	0	0%
Trayler	3T3	0	0	0	0%
Acoplados	+6 Ejes	4	4	8	3%
IMDa		172	201	373	100%
%		46.1%	53.9%	100%	

FUENTE: Estudio de Factibilidad de la Carretera el Reposo - Saramiriza

## CUADRO N° 18

### VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO – ESTACION BAGUA CHICA (C 2)

Tipo de Vehículo		Estación C 2 - IMDa (Veh/día)			
		Bagua Chica – Flor de la Esperanza	Flor de la Esperanza – Bagua Chica	Ambos	%
Auto		125	156	281	75%
Camta.		0	0	0	0%
Camta. Rural		16	15	31	8%
Micro		0	0	0	0%
Ómnibus	2 Ejes	3	4	7	2%
Ómnibus	+2 Ejes	0	0	0	0%
Camión	2 Ejes	20	18	38	10%
Camión	3 Ejes	4	4	8	2%
Camión	4 Ejes	0	0	0	0%
Semitrayler	2S2	0	0	0	0%
Semitrayler	2S3	0	0	0	0%
Semitrayler	3S2	0	0	0	0%
Semitrayler	3S3	0	0	0	0%
Trayler	2T2	0	0	0	0%
Trayler	2T3	0	0	0	0%
Trayler	3T2	0	0	0	0%
Trayler	3T3	0	0	0	0%
Acoplados	+6 Ejes	4	4	8	3%
IMDa		172	201	373	100%
%		46.1%	53.9%	100%	

FUENTE: Estudio de Factibilidad de la Carretera el Reposo - Saramiriza

## Análisis de Resultados



El producto transportado en vehículos acoplados es madera (caoba, tornillo, mohena).

En el Tramo I y II, tiene un volumen vehicular, teniendo los vehículos ligeros (autos y camionetas) del 83% del volumen promedio diario, le sigue el transporte de carga con el 15% y por último el transporte público de pasajeros con el 2%.

CUADRO N° 19

RESUMEN DEL VOLUMEN PROMEDIO DIARIO ANUAL (VEH/DIA)

Tipo de Vehiculo	Tramo I	Tramo II
Auto+Camioneta	281	281
Camta. Rural	31	31
Micro	0	0
Ómnibus	7	7
Camión 2 Ejes	38	38
Camión 3 Ejes	8	8
Acoplados	8	8
IMDa	373	373

FUENTE: Estudio de Factibilidad de la Carretera el Reposo - Saramiriza

## 4.10 Estudio de Hidrología y Drenaje

### Información Básica

Con la finalidad de determinar las variables hidrológicas se ha recopilado información existente de precipitación pluvial que permite calcular los parámetros hidráulicos requeridos para dar las dimensiones de las obras de arte y cunetas de drenaje.

Para el cálculo de los valores extremos de los caudales esperados para un período de retorno dado se ha empleado las precipitaciones pluviales medias máximas mensuales en 24 horas.

CUADRO N° 20

LAS ESTACIONES HIDROLOGICAS



Estación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m
	Latitud	Longitud	
Bagua Chica	05° 38' S	78° 32' W	522

FUENTE: Estudio de Factibilidad de la Carretera el Reposo - Saramiriza

El estudio de los aspectos hidrológicos tiene como propósito, determinar el máximo caudal de avenida en las quebradas, su tirante y área hidráulica, capacidad de socavación en el lecho y de erosión en las márgenes; con la finalidad de recomendar los parámetros para definir la longitud de las estructuras de obra de arte, su altura sobre el lecho y la profundidad de socavación en el cauce en el caso de proyectarse pilares como estructuras de soporte. El estudio comprende las siguientes fases:

Recopilación de información básica existente, en la que se considera la información cartográfica y la información hidrometeorológica.

Reconocimiento de campo, en la que se toma conocimiento real de las características geomorfológicas y de cobertura vegetal de la cuenca, así como las condiciones existentes de clima y escorrentía.

Análisis y evaluación de la información obtenida en las fases precedentes y la comparación de los resultados.

Análisis y determinación de descargas, tirantes y valores de socavación.

Conclusiones y recomendaciones.

## **4.11 Presupuestos del Proyecto**

Presupuestos Alternativa N° 01

Estos Presupuestos del Proyecto son con la Alternativa N° 01, con una Carpeta de Tratamiento Superficial Bicapa.



## PRESUPUESTO ALTERNATIVA - 01

				KM 0+000 - KM 10+390.43		KM 0+000 - KM 7+177.15	
				T.S.B. - 20 AÑOS		T.S.B. - 20 AÑOS	
				TRAMO I		TRAMO II	
Item	Descripción	Und.	Precio S/.	Metrado	Parcial S/.	Metrado	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>						
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE	glb	750,000.00	1.00	750,000.00	1.00	750,000.00
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	km	1,263.71	10.39	13,129.74	7.18	9,073.44
01.03	LIMPIEZA GENERAL - ROCE Y DESBROCE	ha	4,397.28	6.97	30,649.04	4.57	20,095.57
01.04	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD	glb	350,000.00	1.00	350,000.00	1.00	350,000.00
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
02.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA	m3	10.65	304,517.18	3,243,107.97	44,190.18	470,625.42
02.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-	m2	1.48	48,001.56	71,042.31	59,780.81	88,475.60
02.03	TERRAPLENES	m3	6.37	106,047.06	675,519.77	13,903.17	88,563.19
02.04	DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES	m3	4.14	6,408.54	26,531.36	865.49	3,583.13
02.05	PRÉSTAMO DE CANTERA	m3	10.18	106,047.06	1,079,559.07	13,903.17	141,534.27
03	<b>PAVIMENTOS</b>						
03.01	BASE GRANULAR	m3	33.15	21,300.38	706,107.60	14,713.16	487,741.25
03.02	SUB-BASE GRANULAR	m3	23.43	19,222.30	450,378.49	13,277.73	311,097.21
03.03	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	1.25	93,513.87	116,892.34	64,594.34	80,742.93
03.04	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA	m2	3.05	93,513.87	285,217.30	64,594.34	197,012.74
03.05	ASFALTO LIQUIDO RC-250	gal	7.33	85,097.62	623,765.55	58,780.85	430,863.63
03.06	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA	kg	16.80	1,190.43	19,999.22	822.29	13,814.47
04	<b>TRANSPORTE</b>						
04.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANUAR HASTA 1.00 KM	m3k	7.21	142,445.94	1,027,035.23	45,989.54	331,584.58
04.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR DESPUÉS DE 1.00 KM	m3k	1.92	302,773.86	581,325.81	781,939.77	1,501,324.36
04.03	TRANSPORTE DE MATERIAL A ELIMINAR HASTA 1 KM	m3k	7.21	164,888.47	1,188,845.87	25,875.34	186,561.20
04.04	TRANSPORTE DE MATERIAL A ELIMINAR DESPUÉS DE 1 KM	m3k	1.92	11,886.94	22,822.92	5,478.20	10,518.14
04.05	TRANS. MATERIAL PARA TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA HASTA 1 KM.	m3k	11.27	1,737.36	19,580.05	1,227.29	13,831.56
04.06	TRANS. MATERIAL PARA TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA DESPUÉS DE 1 KM.	m3k	1.35	3,962.71	5,349.66	21,368.92	28,848.04
04.07	TRANSPORTE DE MEZCLA DE CONCRETO HASTA 1 KM	m3k	13.16	2,529.63	33,289.93	2,641.12	34,757.14
04.08	TRANSPORTE DE MEZCLA DE CONCRETO DESPUÉS DE 1 KM	m3k	2.01	6,473.13	13,010.99	45,076.15	90,603.06
04.09	TRANSPORTE DE PIEDRA PARA OA HASTA 1 KM	m3k	8.96	164.10	1,470.34	2,922.38	26,184.52
04.10	TRANSPORTE DE PIEDRA PARA OA DESPUÉS DE 1 KM	m3k	1.92	394.53	757.50	44,507.41	85,454.23
05	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>						
05.01	<b>CUNETAS LATERALES</b>						
05.01.01	CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS TIPO 1	m	110.81	12,668.00	1,396,773.68	7,289.00	807,694.09
05.02	<b>ALCANTARILLAS DE CONCRETO REFORZADO</b>						
05.02.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA	m3	15.39	1,075.70	16,555.02	2,932.48	45,130.87
05.02.02	DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS (CON	m3	51.25	44.37	2,273.96	198.21	10,158.26
05.02.03	ELIMINACIÓN DE ESCOMBROS	m3	99.77	44.37	4,426.79	198.21	19,775.41
05.02.04	RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	m3	39.10	386.14	15,098.07	622.98	24,358.52
05.02.05	CONCRETO SIMPLE f'c = 210 kg/cm2	m3	357.87	231.26	82,076.49	363.47	130,075.01
05.02.06	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4.09	22,834.99	93,395.11	35,381.17	144,708.99
05.02.07	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	47.43	955.11	45,300.87	1,333.89	63,266.40
05.02.08	PICADO Y PREPARACIÓN DE SUPERFICIE DE	m2	38.76			1.24	48.06
05.03	<b>ALCANTARILLA DE TUBO METAL CORRUGADO</b>						
05.03.01	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	m3	27.92	81.30	2,269.90	57.22	1,597.58
05.03.02	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA	m3	15.39	1,038.09	15,976.21	1,057.75	16,278.77
05.03.03	DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS (CON	m3	51.25	78.60	4,028.25	94.16	4,825.70
05.03.04	ELIMINACIÓN DE ESCOMBROS	m3	99.77	78.60	7,841.92	94.16	9,394.34
05.03.05	ELIMINACIÓN DE ALCANTARILLAS METALICAS	m3	102.74	12.61	1,295.55		
05.03.06	RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	m3	39.10	443.61	17,345.15	405.05	15,837.46
05.03.07	LOSA DE CONCRETO EMBOQUILLADO,	m2	91.06	583.11	52,864.75	1,065.74	97,046.28



05.04	<b>TALUD VERTICAL DE SALIDA ALCANTARILLA</b>							
05.04.01	ALCANTARILLA TMC D = 36"	m	318.96	123.93	39,528.71	42.12	13,434.60	
05.04.02	ALCANTARILLA TMC D = 48"	m	510.67	60.75	31,023.20	76.95	39,296.06	
05.04.03	ALCANTARILLA TMC D = 60"	m	764.21			12.96	9,904.16	
05.04.04	ALCANTARILLA TMC D = 72"	m	908.80			12.96	11,778.05	
05.05	<b>MUROS BARRERA EN ZONAS DE CORTE</b>							
05.05.01	CONCRETO SIMPLE f'c = 210 kg/cm2	m3	357.87	212.79	75,521.30	313.57	112,217.30	
05.05.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4.09	13,403.16	54,818.92	24,794.10	101,407.87	
05.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	47.43	914.84	43,390.86	1,230.13	58,345.07	
05.05.04	CONCRETO SIMPLE f'c = 140 kg/cm2+30% P.G.	m3	237.86			98.38	23,400.67	
05.06	<b>MURO DE GAVIÓN PIE DE TALUD</b>							
05.06.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	m3	27.50			4,823.68	132,651.20	
05.06.02	RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	m3	39.10			666.15	26,046.47	
05.06.03	PREPARACIÓN CIMENTACIÓN P/GAVIONES	m2	3.23			773.40	2,498.08	
05.06.04	GAVIONES TIPO CAJÓN	m3	267.25			2,449.70	654,682.33	
05.06.05	SIEMBRA/REVEGETALIZACIÓN CON	m2	0.45			321.92	144.86	
05.06.06	MATERIAL DE FILTRO	m3	54.00			64.38	3,476.52	
05.06.07	MANTO GEOTEXTIL	m2	6.74			1,011.82	6,819.67	
05.06.08	TUBO 6" Ø, 4" Ø	m	37.45			207.10	7,755.90	
05.07	<b>CAJA DE RECEPCIÓN</b>							
05.07.01	CONCRETO SIMPLE f'c = 210 kg/cm2	m3	357.87	42.60	15,119.17	24.90	8,910.96	
05.07.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4.09	5,744.48	23,494.92	3,059.19	12,512.09	
05.07.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	47.43	352.37	16,712.91	201.32	9,548.61	
05.08	<b>CANAL DE EVACUACIÓN Y RÁPIDAS</b>							
05.08.01	RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	m3	39.10	368.13	14,393.88	361.37	14,129.57	
05.08.02	CONCRETO SIMPLE f'c = 210 kg/cm2	m3	357.87	16.26	5,770.84	74.66	26,718.57	
05.08.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4.09	676.08	2,765.17	910.13	3,722.43	
05.08.04	LOSA DE CONCRETO EMBOQUILLADO,	m2	91.06	89.46	8,110.44	141.61	12,895.01	
05.08.05	SIEMBRA/REVEGETALIZACIÓN	m2	1.15	566.80	651.82	483.32	555.82	
05.09	<b>CASCADA EN EVACUACIÓN DE</b>							
05.09.01	RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	m3	39.10	40.75	1,593.33	71.50	2,795.65	
05.10	<b>SUBDREN</b>							
05.10.01	INSTALACIÓN DE GEOCOMPUESTO DE	m2	20.97			4,077.86	85,512.72	
05.10.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HDPE D=4"	m	13.58			1,218.00	16,540.44	
05.10.03	EXC. P/ESTRUC. EN SUELO NO ROCOSO	m3	34.90			1,370.25	47,821.73	
05.10.04	RELLENO PARA SUB DREN CON MATERIAL DE CANTERAS	m3	59.55			1,360.63	81,025.52	
06	<b>PONTONES</b>							
06.01	<b>PONTÓN 1 (KM. 4+975.20)</b>							
06.01.01	<b>LOSAS Y VEREDAS/SARDINELES DE</b>							
06.01.01.01	ENCOFRADO CARAVISTA EN SECO	m2	81.96			29.84	2,445.69	
06.01.01.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4.09			167.81	686.34	
06.01.01.03	CONCRETO SIMPLE f'c = 280 kg/cm2	m3	426.89			4.48	1,912.47	
06.01.02	<b>VIARIOS</b>							
06.01.02.01	ACABADO DE VEREDAS/SARDINELES	m	17.79			43.56	774.93	
06.01.02.02	BARANDAS METÁLICAS	m	115.35			21.78	2,512.32	
06.02	<b>PONTÓN 2 (KM. 5+375.20)</b>							
06.02.01	<b>ESTRIBOS</b>							
06.02.01.01	EXC. P/ESTRUC. EN MATERIAL COMUN SECO	m3	37.30			85.44	3,186.91	
06.02.01.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4.09			455.37	1,862.46	
06.02.01.03	ENCOFRADO CARAVISTA EN SECO	m2	81.96			152.01	12,458.74	
06.02.01.04	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL	m3	42.20			29.55	1,247.01	
06.02.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	31.84			55.88	1,779.22	
06.02.01.06	CONCRETO SIMPLE f'c = 210 kg/cm2	m3	381.73			16.65	6,355.80	
06.02.01.07	CONCRETO SIMPLE f'c = 140 kg/cm2+30% P.G.	m3	237.86			60.86	14,476.16	
06.02.02	<b>LOSAS Y VEREDAS/SARDINELES DE</b>							
06.02.02.01	ENCOFRADO CARAVISTA EN SECO	m2	81.96			67.94	5,568.36	
06.02.02.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4.09			2,336.17	9,554.94	
06.02.02.03	CONCRETO SIMPLE f'c = 280 kg/cm2	m3	426.89			37.16	15,863.23	
06.02.03	<b>LOSAS DE APROXIMACION</b>							
06.02.03.01	ENCOFRADO CARAVISTA EN SECO	m2	81.96			20.56	1,685.10	
06.02.03.02	ENCOFRADO CARA NO VISTA EN SECO	m2	56.59			9.92	561.37	
06.02.03.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4.09			1,834.98	7,505.07	
06.02.03.04	CONCRETO SIMPLE f'c = 210 kg/cm2	m3	357.87			51.46	18,415.99	
06.02.04	<b>VIARIOS</b>							
06.02.04.01	JUNTAS DE DILATACION METALICA	m	301.69			21.76	6,564.77	



06.02.04.02	TUBO DE DRENAJE PVC D=3" L=0.75	m	30.55				3.30	100.82
06.02.04.03	ACABADO DE VEREDAS/SARDINELES	m	17.79				26.40	469.66
06.02.04.04	BARANDAS METALICAS	m	115.35				13.20	1,522.62
07	<b>MUROS DE CONTENCION</b>							
07.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA	m3	15.39				1,320.44	20,321.57
07.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	28.41				607.81	17,267.88
07.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	47.43				1,025.91	48,658.91
07.04	CONCRETO SIMPLE f'c = 210 kg/cm2	m3	357.87				253.07	90,566.16
07.05	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4.09				15,067.33	61,625.38
07.06	TUBERIA PVC D=2"	m	27.94				128.35	3,586.10
07.07	TUBERIA PVC D=4"	m	36.29				135.94	4,933.26
07.08	MATERIAL DRENANTE (AG 50% - PCH 50%)	m3	17.49				119.31	2,086.73
07.09	MANTO GEOTEXTIL	m2	6.74				312.19	2,104.16
07.10	JUNTA DE CONSTRUCCION CON	m	29.50				33.32	982.94
07.11	CONCRETO SIMPLE f'c = 140 kg/cm2+30% P.G.	m3	237.86				268.23	63,801.19
08	<b>SEÑALIZACION</b>							
08.01	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	617.96	3.00	1,853.25		4.00	2,471.84
08.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	551.48	59.00	32,524.93		15.00	8,272.20
08.03	PANELES DE SEÑALES INFORMATIVAS	m2	536.77	2.75	1,476.12		6.56	3,521.21
08.04	TUBO DE SOPORTE DE SEÑALES	m	137.09	24.00	3,290.16		24.00	3,290.16
08.05	CIMENTACIÓN SEÑALES INFORMATIVAS	m3	662.25	3.60	2,378.70		3.60	2,384.10
08.06	MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO	m2	10.04	3,187.93	32,006.82		2,105.96	21,143.84
08.07	TACHAS BIDIRECCIONALES	und	20.44	643.00	13,142.92		150.00	3,066.00
08.08	POSTES DELINEADORES	und	104.52	1,569.00	163,379.97		366.00	38,254.32
08.09	GUARDAVIAS (INCLUYE TERMINAL)	m	149.03	713.26	106,240.08		1,500.00	223,545.00
08.10	HITOS KILOMÉTRICOS	und	121.41	11.00	1,332.10		8.00	971.28
08.11	PINTADO DE PARAPETOS DE MUROS Y	m2	22.70				91.72	2,082.04
09	<b>MEDIO AMBIENTE</b>							
09.01	<b>MATERIAL Y CAPACITACIÓN PARA</b>							
09.01.01	MATERIAL Y CAPACITACIÓN PARA EDUCACIÓN	m3	50,000.00	1.00	50,000.00		1.00	50,000.00
09.01.02	SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL	glb	2,000.00	3.00	6,000.00		3.00	6,000.00
09.02	<b>PROGRAMA DE MONITOREO</b>							
09.02.01	MONITOREO	glb	60,000.00	1.00	60,000.00		1.00	60,000.00
09.03	<b>PROGRAMA DE CIERRE Y ABANDONO</b>							
09.03.01	READECUACIÓN AMBIENTAL DE CANTERAS	m2	1.08	65,000.00	70,200.00		45,000.00	48,600.00
09.03.02	READECUACIÓN AMBIENTAL DE	m2	1.08	6,000.00	6,480.00		6,000.00	6,480.00
09.03.03	READECUACIÓN AMBIENTAL DE	m2	1.08	4,800.00	5,184.00		4,800.00	5,184.00
09.03.04	ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL DE	m3	1.15	82,154.50	94,477.68		53,454.56	61,472.74
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>14,075,771.98</b>			<b>9,649,816.34</b>
	GASTOS GENERALES 12.50 %				1,759,471.50			1,206,227.04
	UTILIDAD 10%				1,407,577.20			964,981.63
	SUB TOTAL				17,242,820.68			11,821,025.02
	IGV 18%				3,103,707.72			2,127,784.50
	<b>TOTAL DEL PRESUPUESTO</b>				<b>20,346,528.40</b>			<b>13,948,809.52</b>
	En Dolares				7,535,751.26			5,166,225.75
	Long.				10.39			7.18
	<b>Cto. X Km.</b>				<b>725,258.84</b>			<b>719,815.77</b>

## Presupuestos Alternativa N° 02

Estos Presupuestos del Proyecto son con la Alternativa N° 02, con una Carpeta Asfáltica en Caliente.



## PRESUPUESTO ALTERNATIVA - 02

				KM 0+000 - KM 10+390.43		KM 0+000 - KM 7+177.15	
				C.A.C. - 20 AÑOS		C.A.C. - 20 AÑOS	
				TRAMO I		TRAMO II	
Item	Descripción	Und.	Precio S/.	Metrado	Parcial S/.	Metrado	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>						
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE	glb	750,000.00	1.00	750,000.00	1.00	750,000.00
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	km	1,263.71	10.39	13,129.74	7.18	9,073.44
01.03	LIMPIEZA GENERAL - ROCE Y DESBROCE	ha	4,397.28	6.97	30,649.04	4.57	20,095.57
01.04	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD	glb	350,000.00	1.00	350,000.00	1.00	350,000.00
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
02.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA	m3	10.65	304,517.18	3,243,107.97	44,190.18	470,625.42
02.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-	m2	1.48	48,001.56	71,042.31	59,780.81	88,475.60
02.03	TERRAPLENES	m3	6.37	106,047.06	675,519.77	13,903.17	88,563.19
02.04	DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES	m3	4.14	6,408.54	26,531.36	865.49	3,583.13
02.05	PRÉSTAMO DE CANTERA	m3	10.18	106,047.06	1,079,559.07	13,903.17	141,534.27
03	<b>PAVIMENTOS</b>						
03.01	BASE GRANULAR	m3	33.15	23,378.47	774,996.28	16,148.59	535,325.76
03.02	IMPRESION ASFALTICA	m2	1.25	95,513.87	119,392.34	64,594.34	80,742.93
03.03	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	m3	223.24	6,733.00	1,503,074.92	4,650.79	1,038,242.36
03.04	CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	gal	5.79	191,890.46	1,111,045.76	132,547.59	767,450.55
03.05	ASFALTO LIQUIDO RC-250	gal	7.33	22,443.33	164,509.61	15,502.64	113,634.35
03.06	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA	kg	16.80	2,168.03	36,422.90	1,497.56	25,159.01
04	<b>TRANSPORTE</b>						
04.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR HASTA 1.00 KM	m3k	7.21	125,681.92	906,166.64	32,711.81	235,852.15
04.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR DESPUÉS DE 1.00 KM	m3k	1.92	264,537.21	507,911.44	550,755.54	1,057,450.64
04.03	TRANSPORTE DE MATERIAL A ELIMINAR HASTA 1 KM	m3k	7.21	164,888.47	1,188,845.87	25,875.34	186,561.20
04.04	TRANSPORTE DE MATERIAL A ELIMINAR DESPUÉS DE 1 KM	m3k	1.92	11,886.47	22,822.02	5,478.20	10,518.14
04.05	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA HASTA 1 km	m3k	11.78	6,583.69	77,555.87	4,650.79	54,786.31
04.06	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA MAYOR DE 1 km	m3k	1.38	15,016.58	20,722.88	80,976.96	111,748.20
04.07	TRANSPORTE DE MEZCLA DE CONCRETO HASTA 1 KM	m3k	13.16	2,529.63	33,289.93	2,641.12	34,757.14
04.08	TRANSPORTE DE MEZCLA DE CONCRETO DESPUÉS DE 1 KM	m3k	2.01	6,473.13	12,428.41	45,076.15	90,603.06
04.09	TRANSPORTE DE PIEDRA PARA OA HASTA 1 KM	m3k	8.96	164.10	1,470.34	2,922.38	26,184.52
04.10	TRANSPORTE DE PIEDRA PARA OA DESPUÉS DE 1 KM	m3k	1.92	394.53	793.01	44,507.41	85,454.23
05	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>						
05.01	<b>CUNETAS LATERALES</b>						
05.01.01	CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS TIPO 1	m	110.81	12,668.00	1,396,773.68	7,289.00	807,694.09
05.02	<b>ALCANTARILLAS DE CONCRETO REFORZADO</b>						
05.02.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA	m3	15.39	1,075.70	16,555.02	2,932.48	45,130.87
05.02.02	DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS (CON	m3	51.25	44.37	2,273.96	198.21	10,158.26
05.02.03	ELIMINACIÓN DE ESCOMBROS	m3	99.77	44.37	4,426.79	198.21	19,775.41
05.02.04	RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	m3	39.10	386.14	15,098.07	622.98	24,358.52
05.02.05	CONCRETO SIMPLE f'c = 210 kg/cm2	m3	357.87	231.26	82,076.49	363.47	130,075.01
05.02.06	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4.09	22,834.99	93,395.11	35,381.17	144,708.99
05.02.07	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	47.43	955.11	45,300.87	1,333.89	63,266.40
05.02.08	PICADO Y PREPARACIÓN DE SUPERFICIE DE	m2	38.76			1.24	48.06
05.03	<b>ALCANTARILLA DE TUBO METAL CORRUGADO</b>						
05.03.01	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	m3	27.92	81.30	2,269.90	57.22	1,597.58
05.03.02	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA	m3	15.39	1,038.09	15,976.21	1,057.75	16,278.77
05.03.03	DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS (CON	m3	51.25	78.60	4,028.25	94.16	4,825.70
05.03.04	ELIMINACIÓN DE ESCOMBROS	m3	99.77	78.60	7,841.92	94.16	9,394.34
05.03.05	ELIMINACIÓN DE ALCANTARILLAS METÁLICAS	m3	102.74	12.61	1,295.55		
05.03.06	RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	m3	39.10	443.61	17,345.15	405.05	15,837.46
05.03.07	LOSA DE CONCRETO EMBOQUILLADO,	m2	91.06	583.11	52,864.75	1,065.74	97,046.28





05.04	<b>TALUD VERTICAL DE SALIDA ALCANTARILLA</b>							
05.04.01	ALCANTARILLA TMC D = 36"	m	318.96	123.93	39,528.71	42.12	13,434.60	
05.04.02	ALCANTARILLA TMC D = 48"	m	510.67	60.75	31,023.20	76.95	39,296.06	
05.04.03	ALCANTARILLA TMC D = 60"	m	764.21			12.96	9,904.16	
05.04.04	ALCANTARILLA TMC D = 72"	m	908.80			12.96	11,778.05	
05.05	<b>MUROS BARRERA EN ZONAS DE CORTE</b>							
05.05.01	CONCRETO SIMPLE f'c = 210 kg/cm2	m3	357.87	212.79	75,521.30	313.57	112,217.30	
05.05.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4.09	13,403.16	54,818.92	24,794.10	101,407.87	
05.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	47.43	914.84	43,390.86	1,230.13	58,345.07	
05.05.04	CONCRETO SIMPLE f'c = 140 kg/cm2+30% P.G.	m3	237.86			98.38	23,400.67	
05.06	<b>MURO DE GAVIÓN PIE DE TALUD</b>							
05.06.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	m3	27.5			4,823.68	132,651.20	
05.06.02	RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	m3	39.10			666.15	26,046.47	
05.06.03	PREPARACIÓN CIMENTACIÓN P/GAVIONES	m2	3.23			773.40	2,498.08	
05.06.04	GAVIONES TIPO CAJÓN	m3	267.25			2,449.70	654,682.33	
05.06.05	SIEMBRA/REVEGETALIZACIÓN CON	m2	0.45			321.92	144.86	
05.06.06	MATERIAL DE FILTRO	m3	54.00			64.38	3,476.52	
05.06.07	MANTO GEOTEXTIL	m2	6.74			1,011.82	6,819.67	
05.06.08	TUBO 6" Ø,4" Ø	m	37.45			207.10	7,755.90	
05.07	<b>CAJA DE RECEPCIÓN</b>							
05.07.01	CONCRETO SIMPLE f'c = 210 kg/cm2	m3	357.87	42.60	15,119.17	24.90	8,910.96	
05.07.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4.09	5,744.48	23,494.92	3,059.19	12,512.09	
05.07.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	47.43	352.37	16,712.91	201.32	9,548.61	
05.08	<b>CANAL DE EVACUACIÓN Y RÁPIDAS</b>							
05.08.01	RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	m3	39.1	368.13	14,393.88	361.37	14,129.57	
05.08.02	CONCRETO SIMPLE f'c = 210 kg/cm2	m3	357.87	16.26	5,770.84	74.66	26,718.57	
05.08.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4.09	676.08	2,765.17	910.13	3,722.43	
05.08.04	LOSA DE CONCRETO EMBOQUILLADO,	m2	91.06	89.46	8,110.44	141.61	12,895.01	
05.08.05	SIEMBRA/REVEGETALIZACIÓN	m2	1.15	566.80	651.82	483.32	555.82	
05.09	<b>CASCADA EN EVACUACIÓN DE</b>							
05.09.01	RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	m3	39.1	40.75	1,593.33	71.50	2,795.65	
05.10	<b>SUBDREN</b>							
05.10.01	INSTALACIÓN DE GEOCOMPUESTO DE	m2	20.97			4,077.86	85,512.72	
05.10.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HDPE D=4"	m	13.58			1,218.00	16,540.44	
05.10.03	EXC. P/ESTRUC. EN SUELO NO ROCOSO	m3	34.90			1,370.25	47,821.73	
05.10.04	RELLENO PARA SUB DREN CON MATERIAL DE	m3	59.55			1,360.63	81,025.52	
06	<b>PONTONES</b>							
06.01	<b>PONTÓN 1 (KM. 4+975.20)</b>							
06.01.01	<b>LOSAS Y VEREDAS/SARDINELES DE</b>							
06.01.01.01	ENCOFRADO CARAVISTA EN SECO	m2	81.96			29.84	2,445.69	
06.01.01.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4.09			167.81	686.34	
06.01.01.03	CONCRETO SIMPLE f'c = 280 kg/cm2	m3	426.89			4.48	1,912.47	
06.01.02	<b>VARIOS</b>							
06.01.02.01	ACABADO DE VEREDAS/SARDINELES	m	17.79			43.56	774.93	
06.01.02.02	BARANDAS METALICAS	m	115.35			21.78	2,512.32	
06.02	<b>PONTÓN 2 (KM. 5+375.20)</b>							
06.02.01	<b>ESTRIBOS</b>							
06.02.01.01	EXC. P/ESTRUC. EN MATERIAL COMUN SECO	m3	37.3			85.44	3,186.91	
06.02.01.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4.09			455.37	1,862.46	
06.02.01.03	ENCOFRADO CARAVISTA EN SECO	m2	81.96			152.01	12,458.74	
06.02.01.04	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL	m3	42.20			29.55	1,247.01	
06.02.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	31.84			55.88	1,779.22	
06.02.01.06	CONCRETO SIMPLE f'c = 210 kg/cm2	m3	381.73			16.65	6,355.80	
06.02.01.07	CONCRETO SIMPLE f'c = 140 kg/cm2+30% P.G.	m3	237.86			60.86	14,476.16	
06.02.02	<b>LOSAS Y VEREDAS/SARDINELES DE</b>							
06.02.02.01	ENCOFRADO CARAVISTA EN SECO	m2	81.96			67.94	5,568.36	
06.02.02.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4.09			2,336.17	9,554.94	
06.02.02.03	CONCRETO SIMPLE f'c = 280 kg/cm2	m3	426.89			37.16	15,863.23	
06.02.03	<b>LOSAS DE APROXIMACION</b>							
06.02.03.01	ENCOFRADO CARAVISTA EN SECO	m2	81.96			20.56	1,685.10	
06.02.03.02	ENCOFRADO CARA NO VISTA EN SECO	m2	56.59			9.92	561.37	
06.02.03.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4.09			1,834.98	7,505.07	
06.02.03.04	CONCRETO SIMPLE f'c = 210 kg/cm2	m3	357.87			51.46	18,415.99	
06.02.04	<b>VARIOS</b>							
06.02.04.01	JUNTAS DE DILATACION METALICA	m	301.69			21.76	6,564.77	



06.02.04.02	TUBO DE DRENAJE PVC D=3" L=0.75	m	30.55			3.30	100.82
06.02.04.03	ACABADO DE VEREDAS/SARDINELES	m	17.79			26.40	469.66
06.02.04.04	BARANDAS METALICAS	m	115.35			13.20	1,522.62
07	<b>MUROS DE CONTENCIÓN</b>						
07.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA	m3	15.39			1,320.44	20,321.57
07.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	28.41			607.81	17,267.88
07.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	47.43			1,025.91	48,658.91
07.04	CONCRETO SIMPLE f'c = 210 kg/cm2	m3	357.87			253.07	90,566.16
07.05	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4.09			15,067.33	61,625.38
07.06	TUBERIA PVC D=2"	m	27.94			128.35	3,586.10
07.07	TUBERIA PVC D=4"	m	36.29			135.94	4,933.26
07.08	MATERIAL DRENANTE (AG 50% - PCH 50%)	m3	17.49			119.31	2,066.73
07.09	MANTO GEOTEXTIL	m2	6.74			312.19	2,104.16
07.10	JUNTA DE CONSTRUCCION CON	m	29.50			33.32	982.94
07.11	CONCRETO SIMPLE f'c = 140 kg/cm2+30% P.G.	m3	237.86			268.23	63,801.19
08	<b>SEÑALIZACION</b>						
08.01	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	617.96	3.00	1,853.25	4.00	2,471.84
08.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	551.48	59.00	32,524.93	15.00	8,272.20
08.03	PANELES DE SEÑALES INFORMATIVAS	m2	536.77	2.75	1,476.12	6.56	3,521.21
08.04	TUBO DE SOPORTE DE SEÑALES	m	137.09	24.00	3,290.16	24.00	3,290.16
08.05	CIMENTACION SEÑALES INFORMATIVAS	m3	662.25	3.60	2,378.70	3.60	2,384.10
08.06	MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO	m2	10.04	3,187.93	32,006.82	2,105.96	21,143.84
08.07	TACHAS BIDIRECCIONALES	und	20.44	643.00	13,142.92	150.00	3,066.00
08.08	POSTES DELINEADORES	und	104.52	1,569.00	163,379.97	366.00	38,254.32
08.09	GUARDAVIAS (INCLUYE TERMINAL)	m	149.03	713.26	106,240.08	1,500.00	223,545.00
08.10	HITOS KILOMÉTRICOS	und	121.41	11.00	1,332.10	8.00	971.28
08.11	PINTADO DE PARAPETOS DE MUROS Y	m2	22.70			91.72	2,082.04
09	<b>MEDIO AMBIENTE</b>						
09.01	<b>MATERIAL Y CAPACITACIÓN PARA</b>						
09.01.01	MATERIAL Y CAPACITACIÓN PARA EDUCACIÓN	m3	50000	1.00	50,000.00	1.00	50,000.00
09.01.02	SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL	qlb	2,000.00	3.00	6,000.00	3.00	6,000.00
09.02	<b>PROGRAMA DE MONITOREO</b>						
09.02.01	MONITOREO	qlb	60000	1.00	60,000.00	1.00	60,000.00
09.03	<b>PROGRAMA DE CIERRE Y ABANDONO</b>						
09.03.01	READECUACIÓN AMBIENTAL DE CANTERAS	m2	1.08	65,000.00	70,200.00	45,000.00	48,600.00
09.03.02	READECUACIÓN AMBIENTAL DE	m2	1.08	6,000.00	6,480.00	6,000.00	6,480.00
09.03.03	READECUACIÓN AMBIENTAL DE	m2	1.08	4,800.00	5,184.00	4,800.00	5,184.00
09.03.04	ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL DE	m3	1.15	82,154.50	94,477.68	53,454.56	61,472.74
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>15,461,371.40</b>		<b>10,273,347.83</b>
	GASTOS GENERALES 12.50 %				1,932,671.43		1,284,168.48
	UTILIDAD 10%				1,546,137.14		1,027,334.78
	SUB TOTAL				18,940,179.97		12,584,851.09
	IGV 18%				3,409,232.39		2,265,273.20
	<b>TOTAL DEL PRESUPUESTO</b>				<b>22,349,412.36</b>		<b>14,850,124.29</b>
	En Dolares				8,277,560.13		5,500,046.03
	Long.				10.39		7.18
	<b>Cto. X Km.</b>				<b>796,652.32</b>		<b>766,327.31</b>



# CAPÍTULO V : APLICACION DEL HDM III A UN PROYECTO DE CARRETERAS

## 5.1 Generalidades

Es importante mencionar que puede existir un análisis social o un análisis de razonabilidad, para determinar si es viable el proyecto, este será el caso de estudio, debido a que existen intereses políticos y sociales cuando se quiere implementar una mejora de un camino aunque no exista un inversión real de los recursos, por lo que se utilizara únicamente para considerar un enfoque técnico y económico.

El proyecto considerado se analizó como ejemplo de aplicación del HDM III y específicamente para definir en qué consiste la evaluación técnica y económica, Identificar los elementos necesarios para evaluar un proyecto, y explicar la metodología del HDM III para obtener resultados.

Un concepto generalizado de la evaluación económica se basa en la comparación de los costos contra los beneficios durante la vida útil del proyecto, y de ahí parte el concepto de viabilidad, es decir; un proyecto empieza a ser viable económicamente cuando los beneficios son mayores que los costos.

## 5.2 Costos del Sistema de Transporte

Se considera importante los siguientes elementos (Grafico N° 14), para involucrar los costos del sistema de transporte en la evaluación económica. De aquí parte el análisis de los datos recolectados del proyecto.

Los costos provenientes del sistema de transporte por carretera se comparan con los beneficios de un buen nivel de servicio que pueda dar la inversión que se estimara. Tales beneficios pueden considerarse los siguientes:

Disminuir los costos de operación vehicular



Estimular el desarrollo económico

Ahorro en el tiempo de viaje de pasajeros y carga

Disminuye los accidentes

Mejor comodidad y conveniencia

Integración Nacional más efectiva

Seguridad Nacional

Mejor distribución de ingresos

Prestigio del país

Facilitar la obtención de servicios básicos; como salud, educación, mejor calidad de vida

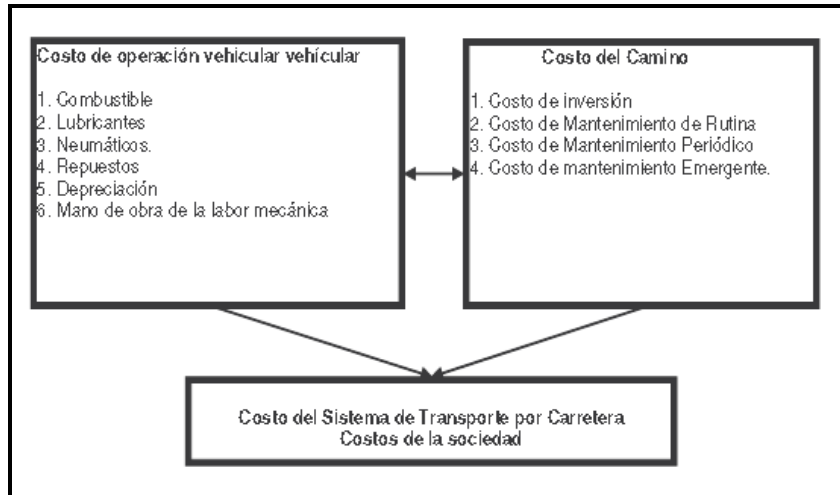
Desarrollar el comercio en la zona

Mejorar el uso de la tierra

Facilitar la llegada de insumos agrícolas.

GRAFICO N° 14

COSTOS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE



FUENTE: ISOHDM Technical

Para comprender como se opera el HDM III, desarrollaremos el ejemplo del proyecto Bagua Chica – flor de la Esperanza, el cual se trata de dos tramos ubicados en el departamento de Amazonas que posee una longitud de 10.4 km. y 7.2 km.

Se trata básicamente de mejorar la condición de la carpeta de rodadura de una carretera con diferentes tipos de estrategias.

### 5.3 Datos Técnicos de Campo

Composición del tráfico medio diario anual (IMDa)

Para empezar el análisis se necesitan los siguientes datos del tránsito. El reglamento de control de pesos y dimensiones especifica los siguientes vehículos en cuanto a su dimensión y peso.

Automóvil

Pick-Up

Bus



Camion Ligero

Camion Medio

Camion Pesado

Camion Articulado

Proyecciones de Tránsito

Tasa de crecimiento de la historia del tránsito

Tasa de crecimiento de la población

Tasa de crecimiento del PIB

Tasa de crecimiento del sector agrícola

Tipos de Tránsito

Tránsito normal: derivado de la actividad diaria de la población en estudio.

Tránsito generado: derivado de la inclusión de un nuevo flujo vehicular por la intervención en el mejoramiento de la carretera.

Tránsito desviado: derivado de otras rutas alternas que se integran a la ruta en la que se hace la intervención del mejoramiento.

## **5.4 Indicadores de Rentabilidad**

Los indicadores de rentabilidad usados por Ministerio de Economía y Finanzas para el análisis económico, se describen a continuación.

Tasa interna de retorno (TIR): la tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero. El VAN o VPN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente aplicando una tasa de descuento de 11%, el TIR es una herramienta de toma de decisiones de



inversión utilizada para comparar la factibilidad de diferentes opciones de inversión. generalmente, la opción de inversión con la TIR más alta es la preferida. El MEF propone una TIR mayor del 11% para la evaluación.

Relación beneficio costo (B/C): el costo-beneficio es una lógica o razonamiento basado en el principio de obtener los mayores y mejores resultados al menor esfuerzo invertido, tanto por eficiencia técnica como por motivación humana. Por lo tanto, el MEF tomara como aceptable la inversión mientras presente un costo beneficio mayor a 1.00.

Valor actual neto (VAN): es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros. El método, además, descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado. Para que un proyecto de carreteras se viable el VAN tiene que cumplir con que sea positivo y obtenga un valor mayor a 0.

#### CUADRO N° 21

##### VALORES DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD

INDICADOR DE RENTABILIDAD	VALOR ESPERADO
TIR	> 11.00 %
VAN O VPN	> 0.00
B/C	> 1.00

FUENTE: Ministerio de Economía y Finanzas



## **5.5 Análisis de Sensibilidad**

Se realiza para determinar la sensibilidad de la evaluación ante de las modificaciones de los costos y beneficios en el flujo del proyecto.

Para asegurarse de que la inversión sea funcional, se la aplica un análisis de sensibilidad para estudiar el comportamiento del dinero con ajustes a los parámetros de rentabilidad.

En este análisis el MEF castiga el estudio con un incremento de los costos en un 20%, se hace un decremento de los beneficios en un 20%. Por último, se unen los dos anteriores para determinar si los indicadores aguantan con el castigo del evaluador. Si los indicadores cumplen con las condiciones propuestas anteriormente el proyecto se determina viable.

## **5.6 Datos Ingresados al HDM III**

Datos para el control de análisis

Nombre del proyecto

Fecha de evaluación

Tasa de descuento en % , (se utiliza el valor de 0.11 por año)

Periodo de análisis en años, (generalmente es de 20 años)

Año calendario del año inicial

Nombre de la moneda de entrada

Nombre de la moneda de salida

Multiplicador de conversión de la moneda (Q. por US \$)





Datos de la situación actual de la carretera

Tipo de rodadura

Pavimentada

No pavimentada

Geometría de la sección

Longitud (kilómetros)

Ancho del hombro (metros)

Subidas más bajadas (metros/kilometro)

Peralte (%)

Ancho de calzada (metros)

Número efectivo de carriles (cantidad)

Curvatura (Grados)

Medio Ambiente

Altitud (MSNM.)

Precipitación pluvial (mm/mes)

Estado de la carretera

Espesor de la grava (mm)

Rugosidad IRI (mm)

Código de compactación (1.= Mecánica, 2.= No Mecánica)



Edad de la grava (en años)

Superficie, Base, Sub bases y Sub rasante

Rugosidad mínima IRI (mm)

Rugosidad máxima IRI (mm)

Índice de plasticidad (%)

Tamaño de partícula máxima (mm)

Material que pasa el tamiz de 2.000 (%)

Material que pasa el tamiz de 0.425 (%)

Material que pasa el tamiz de 0.075 (%)

Datos de los vehículos

Tráfico: Al número de vehículos que transitan por la carretera en proyecto en un día promedio se le llama tráfico medio diario anual (IMDa), esta medida puede tomarse por distintos métodos y uno de los más empleados es el de un conteo durante 7 días, para reportar la cantidad y el tipo de vehículos que circulan sobre la superficie de pavimento. A continuación el tipo y número de los vehículos que circulan por el tramo en estudio.

CUADRO N° 22

TRAMO I - VALORES DE TRAFICO MEDIO DIARIO ANUAL (IMDa)

Descripción	IMDa	Auto	Pick up	Bus	Camión Ligero	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Tráfico diario medio Anual	373	281	31	0	7	38	8	8
Tasa de crecimiento Anual (%)		5.4	5.1	5.1	4.3	4.8	4.8	4.7

FUENTE: Estudio de Factibilidad de la Carretera el Reposo - Saramiriza



CUADRO N° 23

TRAMO II - VALORES DE TRAFICO MEDIO DIARIO ANUAL (IMDa)

Descripción	IMDa	Auto	Pick up	Bus	Camión Ligero	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Tráfico diario medio Anual	373	281	31	0	7	38	8	8
Tasa de crecimiento Anual (%)		5.4	5.1	5.1	4.3	4.8	4.8	4.7

FUENTE: Estudio de Factibilidad de la Carretera el Reposo - Saramirza

Datos de los vehículos: Se han utilizado fichas técnicas de los vehículos, para normar el peso máximo que pueden transportar, así como el número de ejes, neumáticos y pasajeros. A continuación las características básicas de los vehículos que circulan por el tramo en estudio.

CUADRO N° 24

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS VEHICULOS

Características Básicas	Auto	Pick up	Bus	Camión Ligero	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Peso Bruto vehicular (t)	1.368	2.18	13.625	6.856	15.4	23.05	38.35
No. Ejes equivalentes E4	0.00	0.00	5.788	0.75	1.654	4.893	8.904
Número de ejes	2	2	2	2	2	3	5
Número de Neumáticos	4	4	6	6	6	10	24
Número de pasajeros	3	3	40	1	1	1	1



FUENTE: OPP- MTC

Utilización del vehículo: Se refieren a estadísticas de usos sobre los vehículos, las cuales dependerán de la actividad que se ejecute.

CUADRO N° 25

CARACTERISTICAS DE LA UTILIZACION DEL VEHICULO

Características Básicas	Auto	Pick up	Bus	Camión Ligeró	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Vida Útil (años)	10	8	10	8	10	10	10
Horas conducidas año	480	960	2496	1440	2400	2400	2400
Km. Conducidos años	25,000	40,000	120,000	60,000	90,000	100,000	100,000
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	14	14	14	14	14	14

FUENTE: OPP- MTC

Costos económicos unitarios: Dentro de los costos del vehículo incluimos aquellos datos que representen un significativo gasto para el automotor y sus pasajeros.



CUADRO N° 26

COSTOS ECONOMICOS UNITARIOS DE VEHICULOS

Características Básicas	Auto	Pick up	Bus	Camión Ligero	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Vehículo nuevo (M)	11,885	26,681	89,700	69,000	86,250	103,500	120,750
Neumático nuevo (M)	38	85	274	111	274	346	346
Mano de obra (M/hr)	2.04	2.04	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
Tripulación (M/trio-kv/hora)		0.86	2.74	1.65	2.12	2.27	2.27
Tiempo pasajero (M/pa-hr)	1.50	1.50	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Tiempo de carga (M/veh-hr)	0	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09

FUENTE: OPP - MTC

Precios de combustibles económicos: Los precios se tomaran por litro de combustible, debido a que este es un factor que varía continuamente y depende del mercado internacional. Por lo que es importante actualizarlo continuamente.

CUADRO N° 27

PRECIOS DE LOS COMBUSTIBLES ECONOMICOS

Características Básicas	Precio
Precio gasolina (US\$/litro)	0.98
Precio diesel (US\$/litro)	0.62
Precio lubricantes (US\$/litro)	3.52



FUENTE: OPP - MTC

Costos unitarios de operación: Se refieren al precio de los renglones de trabajo periódicos necesarios para conserva la red de pavimentos de tal forma que presten un buen nivel de servicio.

CUADRO N° 28

COSTOS RUTINARIOS DE OPERACION

Características Básicas	Precio Financiero	Precio Económico
Perfilado (Moneda por km. de camino perfilado)	471.4	353.5
Bacheo de grava localizado (moneda por m3)	14.61	10.96
Reposición de grava (moneda por km por año)	16.52	12.39
Mantenimiento de rutina No. Pav. (moneda por kilómetro por año)	1,404	1,053
Bacheo (moneda por m2)	11.48	8.61
Sello (moneda por m2)	1.03	0.77
Refuerzo (moneda por m2)	3.88	2.91
Reconstrucción (moneda por m2)	0.00	0.00
Mantenimiento de rutina pavimentado (moneda por Km. Al año)	2,131	1,598
Construcción (miles de moneda por km) Tramo I - TSB	797.79	630.25
Construcción (miles de moneda por km) Tramo I - CAC	876.32	692.29
Construcción (miles de moneda por km) Tramo II - TSB	791.80	625.52
Construcción (miles de moneda por km) Tramo II - CAC	842.96	665.94

FUENTE: Elaboración Propia del Tesista

Datos de las Estrategias Asignadas

Entre las estrategias tenemos los tratamientos posibles, que se pueden emplear en mejorar el tramo, cada una de ellas representa una inversión inicial alta que tomara un lugar en la evaluación técnica y económica debido a que los costos de cada una de ellas varían en función de la necesidad de emplearlas.



Base Granular

Tratamiento Superficial Bicapa

Tratamiento superficial Monocapa

Carpeta asfáltica en caliente

Las Estrategias tomadas para la evaluación del proyecto ha sido la siguiente:

Estrategia 1:

"Situación sin proyecto" o alternativa base de comparación. Se aplica la Política 1 de mantenimiento.

Estrategia 2:

"Con proyecto", considera el Mejoramiento con superficie Carpeta Asfáltica y TSB los tramos 1 y 2, aplicándoles la Política 2 de mantenimiento de cada tipo de pavimento establecido por el área de ingeniería.

Estrategia 3:

"Con proyecto", considera el Mejoramiento con superficie Carpeta Asfáltica y TSB los tramos 1 y 2, aplicándoles la Política 3 de mantenimiento de cada tipo de pavimento establecido por el área de ingeniería

Estrategia 4:

"Con proyecto", considera el Mejoramiento con superficie Carpeta Asfáltica y TSB los tramos 1 y 2, aplicándoles la Política 4 de mantenimiento de cada tipo de pavimento establecido por el área de ingeniería

Estrategia 5:

"Con proyecto", considera el Mejoramiento con superficie Carpeta Asfáltica y TSB los tramos 1 y 2, aplicándoles la Política 5 de mantenimiento de cada tipo de pavimento establecido por el área de ingeniería



Entre las políticas de mantenimiento, se mencionan los trabajos que se ejecutan periódicamente, de forma que se mantenga la ruta en condiciones transitables, estos trabajos representa una inversión baja, pero continua, es decir; tienen que realizarse año con año.

Mantenimiento de rutina, (limpieza del derecho de vía y drenajes)

Perfilado

Conformación

Bacheo manual

Reposición de la capa de balasto

Las Políticas tomadas para la evaluación del proyecto se muestran a continuación:

Política 1

Constituye la alternativa base de comparación, define las características de la alternativa "sin proyecto" considerando algunas medidas para que la carretera facilite el tránsito de los vehículos, permitiendo además, la comparación para la determinación de los beneficios del proyecto.

Consiste en no ejecutar el proyecto; en este caso, al tratarse de una carretera no pavimentada, se aplica un mantenimiento rutinario, un perfilado programado cada 360 días.

Política 2

Luego del mejoramiento de la carretera con Carpeta Asfáltica o TSB, se efectúa un mantenimiento rutinario permanente durante los 20 años de vida del proyecto, un bacheo programado anual de 50 m<sup>2</sup> por cada km de vía, sellado programado de 25 mm de espesor cada 5 años y un refuerzo programado de 25 mm de espesor a ejecutarse cada 5 años.





### Política 3

Luego del mejoramiento de la carretera con Carpeta Asfáltica o TSB, efectuar un mantenimiento rutinario permanente durante los 20 años de vida del proyecto, un bacheo al 100% del área dañada, sellado programado de 25 mm de espesor cada 3 años y un refuerzo programado de 25 mm de espesor cada 3 años

### Política 4

Luego del mejoramiento de la carretera con Carpeta Asfáltica o TSB, efectuar un mantenimiento rutinario permanente durante los 20 años de vida del proyecto, un bacheo programado anual de 100 m<sup>2</sup> por cada km de vía, sellado programado de 20 mm de espesor cada 4 años y un refuerzo programado de 20 mm de espesor a ejecutarse cada 4 años.

### Política 5

Luego del mejoramiento de la carretera con Carpeta Asfáltica o TSB, efectuar un mantenimiento rutinario permanente durante los 20 años de vida del proyecto, un bacheo al 100% del área dañada, sellado programado de 25 mm de espesor cada 2 años y un refuerzo de de 25 mm como respuesta a la condición cuando el IRI llegue a 3.

### Datos de los Factores de Deterioro

Para representar el estado de los daños sobre el pavimento se utiliza una calificación que nos brinda el programa HDM III, para determinar el nivel de daños que posee el pavimento.



CUADRO N° 29

VALORES DE DAÑO SUPERFICIAL

Descripción	Valor
Árido/Tropical/Sin Congelamiento	0.220
Árido/Sub-Tropical/Sin Congelamiento	0.440
Árido/Templado/Con Congelamiento	1.090
Semi-Árido/Tropical/Sin Congelamiento	0.440
Semi-Árido/Sub-Tropical/Sin Congelamiento	0.700
Semi-Árido/Templado/Con Congelamiento	1.520
Sub-Húmedo/Tropical/Sin Congelamiento	1.000
Sub-Húmedo/Sub-Tropical/Sin Congelamiento	1.300
Sub-Húmedo/Templado/Con Congelamiento	2.170
Húmedo/Tropical/Sin Congelamiento	1.300
Húmedo/Sub-Tropical/Sin Congelamiento	1.740
Húmedo/Templado/Con Congelamiento	3.040

FUENTE: Procesamiento HDM III

Por definición se toma el valor de uno, debido a que el área propuesta para la construcción de la Carretera es un terreno con esas características.



CUADRO N° 30

INDICE DE DAÑO SUPERFICIAL

Variable	Unidad de medida
Iniciación de grietas	1.0
Iniciación de peladuras	1.0
Progresión de baches	1.0
Factor del medio ambiente	1.0
Progresión de grietas	1.0
Progresión de roderas	1.0

FUENTE: Procesamiento HDM III

Datos de los Factores de Deterioro

Los costos de operación vehicular (COV) impactan directamente sobre los usuarios de los vehículos que circulan por la red, estos costos varían dependiendo del tipo de rodadura en que se transite y del tipo de vehículo.

El análisis de estos datos radica en que el mejoramiento de una situación de una carpeta de trocha a una situación con pavimento asfáltico o sus tratamientos derivados, esto disminuye los COV, y donde la medida más importante prevalece en que porcentaje disminuyen sobre los costos de tener una carretera sin asfalto pues al final se obtiene la media de la lista de tipos de vehículos para determinar el ahorro total, el cual nos servirá para tener un índice técnico de la evaluación de la mejora del tramo, como se muestra a continuación.



CUADRO N° 31

PARAMETROS DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR

Tipo de Vehículo	COV S/P	COV C/P	Decremento COV	Porcentaje	Ahorro en COV de la flota total
Auto –Cmta	0.63	0.22	0.41	65	51%
C Rural	0.90	0.33	0.57	63	
Bus	2.06	1.00	1.06	52	
Camión Ligero	0.72	0.30	0.42	59	
Camión medio	1.44	0.61	0.83	58	
Camión Pesado	2.13	1.07	1.06	50	

FUENTE: Estudio de Factibilidad de la Carretera el Reposo - Saramiriza

## 5.7 Corrida del Programa HDM III

Una vez ingresada la información anterior la unidad de planificación se encarga de correr el programa para obtener los resultados. Esta información es realmente valiosa para la toma de decisiones.

Las siguientes tablas fueron extraídas del resumen ejecutivo del estudio de factibilidad de la carretera Bagua Chica- Flor de la Esperanza, las cuales proporcionan un esquema detallado a 20 años de los costos y beneficios que implica la mejora del proyecto, es importante mencionar que los datos son presentados para dar a conocer la capacidad del HDM III y de los cuales solo se tendrán resultados finales.



CUADRO N° 32

TRAMO I CONTROL DE ANALISIS

CONTROL DEL ANALISIS

=====

Descripción	B.CHICA - F.ESPERANZA	T1
Fecha de la Corrida	Día 28	Mes 04 Año 12
Tasa de Descuento (%)	11.0	
Periodo de Análisis (Años)	20	
Año Calendario del Año Inicial	2012	
Nombre de Moneda de Entrada	Dollars	
Nombre de Moneda de Salida	Dollars	
Multiplicador de Conversión de Moneda		1.0000000

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 33

TRAMO II CONTROL DE ANALISIS

CONTROL DEL ANALISIS

=====

Descripción	B.CHICA - F.ESPERANZA	T2
Fecha de la Corrida	Día 28	Mes 04 Año 12
Tasa de Descuento (%)	11.0	
Período de Análisis (Años)	20	
Año Calendario del Año Inicial	2012	
Nombre de Moneda de Entrada	Dollars	
Nombre de Moneda de Salida	Dollars	
Multiplicador de Conversión de Moneda		1.0000000



FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 34

TRAMO I DATOS DE LA CARRETERA

DATOS DE LA CARRETERA

Descripción B.CHICA - F.ESPERANZA T1

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

GEOMETRIA

Longitud (km) 10.4 Ancho de la Calzada (m) 5.8  
Ancho un Hombro/Arcén (m) 0.0 Número Efectivo de Carriles 1.0  
Subida mas Bajada (m/km) 38.1 Curvatura (grados/km) 235.1  
Peralte (%) 0.0

MEDIO AMBIENTE

Altitud (m) 478 Precipitación (m/mes) 0.1000

ESTADO

Espesor de la Grava (mm) 100.0 Edad de la Grava (años) 10  
Rugosidad (IRI) 10.0  
Código Compactación (1-mec nica, 0-no mecánica) 1

SUPERFICIE

Rugosidad Mínima (IRI) . Rugosidad Máxima (IRI) .  
Tamaño Partícula Máxima (mm) 50.8 Índice de Plasticidad (%) 0.0  
Material que Pasa Tamiz de 2.000 mm (%) 40.3  
Material que Pasa Tamiz de 0.425 mm (%) 22.9  
Material que Pasa Tamiz de 0.075 mm (%) 11.6

BASE/SUBRASANTE

Rugosidad Mínima (IRI) . Rugosidad Máxima (IRI) .  
Tamaño Partícula Máxima (mm) 4.8 Índice de Plasticidad (%) 19.6  
Material que Pasa Tamiz de 2.000 mm (%) 99.5  
Material que Pasa Tamiz de 0.425 mm (%) 92.3  
Material que Pasa Tamiz de 0.075 mm (%) 76.9

TRAFICO

Camión Camión Camión Camión  
Auto Pick-up Bus Ligero Medio Pesado Articulado

Trafico Medio Diario 281 31 0 7 38 8 8  
Crecimiento Anual (%) 5.4 5.1 5.1 4.3 4.8 4.8 4.7

Cambiar Crecimiento Anual en Año

Nuevo Crecimiento Anual . . . . .

CONGESTION

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



FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 35

TRAMO II DATOS DE LA CARRETERA

DATOS DE LA CARRETERA

=====

Descripción B.CHICA - F.ESPERANZA T2

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

GEOMETRIA

Longitud (km) 7.2 Ancho de la Calzada (m) 5.8  
Ancho un Hombro/Arcén (m) 0.0 Número Efectivo de Carriles 1.0  
Subida mas Bajada (m/km) 31.2 Curvatura (grados/km) 76.9  
Peralte (%) 0.0

MEDIO AMBIENTE

Altitud (m) 405 Precipitación (m/mes) 0.1000

ESTADO

Espesor de la Grava (mm) 100.0 Edad de la Grava (años) 10  
Rugosidad (IRI) 10.0  
Código Compactación (1-mec nica, 0-no mecánica) 1

SUPERFICIE

Rugosidad Mínima (IRI) . Rugosidad Máxima (IRI) .  
Tamaño Partícula Máxima (mm) 50.8 Índice de Plasticidad (%) 0.0  
Material que Pasa Tamiz de 2.000 mm (%) 40.3  
Material que Pasa Tamiz de 0.425 mm (%) 22.9  
Material que Pasa Tamiz de 0.075 mm (%) 11.6

BASE/SUBRASANTE

Rugosidad Mínima (IRI) . Rugosidad Máxima (IRI) .  
Tamaño Partícula Máxima (mm) 4.8 Índice de Plasticidad (%) 19.6  
Material que Pasa Tamiz de 2.000 mm (%) 99.5  
Material que Pasa Tamiz de 0.425 mm (%) 92.3  
Material que Pasa Tamiz de 0.075 mm (%) 76.9

TRAFICO

Camión Camión Camión Camión  
Auto Pick-up Bus Ligero Medio Pesado Articulado

Trafico Medio Diario 281 31 0 7 38 8 8  
Crecimiento Anual (%) 5.4 5.1 5.1 4.3 4.8 4.8 4.7

Cambiar Crecimiento Anual en Año

Nuevo Crecimiento Anual . . . . .



CONGESTION

Incluir Congestión (Y-S<sub>i</sub>/N-No) N

Tipo de Carretera Narrow Two Lane

Uso de la Carretera Uniform

Fricción Lateral en la Carretera 1.00

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 36

DATOS DE VEHICULOS –PARAMETROS REQUERIDOS

PARAMETROS DE VEHICULO REQUERIDOS

=====

Descripción VEHICULOS TIPOS

		Camión	Camión	Camión	Camión		
		Auto	Pick-up	Bus	Ligero	Medio	Pesado
Artic.							

Peso Bruto Vehicular (t)	1.368	2.180	13.625	6.856	15.400	23.053	38.350
N. Ejes Equivalentes(E4)	0.000	0.000	1.850	1.150	2.750	2.000	4.350
Número de Ejes	2	2	2	2	2	3	5
Número de Neumáticos	4	4	6	6	6	10	18
Número de Pasajeros	3.00	3.00	40.00	1.00	1.00	1.00	1.00

UTILIZACION DEL VEHICULO

Vida Útil (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)	12803	20065	96876	74520	93150	111780	130410
--------------------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------





Neumático Nuevo (M)	38.0	85.0	274.0	111.0	274.0	346.0	346.0
Mano de Obra Mant.(M/hr)	2.04	2.04	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
Tripulación (M/trip-hr)	0.00	0.86	2.74	1.65	2.12	2.27	2.27
Tiempo Pasajero(M/pa-hr)	1.50	1.50	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Tiempo Carga (M/veh-hr)	0.00	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Precio Gasolina (M/lt)					0.98		
Precio Diesel (M/lt)					0.62		
Precio Lubricantes (M/lt)					3.52		

Nota: M es la moneda de entrada definida en el Control del Análisis

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 37  
DATOS DE VEHICULOS –PARAMETROS OPCIONALES

PARAMETROS DE VEHICULOS OPCIONALES

Descripción	VEHICULOS TIPO							
		Camión	Camión	Camión	Camión			
PARAMETROS DE VEHICULOS	Auto	Pickup	Bus	Liviano	Medio			
Pesado Artic.								
Carga Útil (Tons)	0.32	0.62	4.13	3.84	7.00	12.05	24.50	
Coefficiente Aerodinámico	0.400	0.600	0.700	0.800	0.900	0.900	1.000	
Área Frontal Proyectada	2.000	2.800	6.500	4.000	6.500	7.000	9.000	
Potencia Operación (M.HP)	100.0	100.0	120.0	100.0	120.0	120.0	180.0	
Potencia Freno (M.HP)	20.0	30.0	160.0	110.0	250.0	260.0	500.0	
Vel Deseada, Pavim.(km/h)	100.00	90.00	90.00	80.00	70.00	60.00	60.00	
Vel Deseada, No Pa.(km/h)	80.00	70.00	70.00	60.00	50.00	45.00	45.00	
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	1.160	1.160	1.160	1.150	1.150	1.150	1.150	
FRATIO0 (Pavimentado)	.	.	.	.	.	.	.	
FRATIO0 (No Pavimentado)	.	.	.	.	.	.	.	



FRATIO1 (Pavimentado)	.	.	.	.	.	.	.	.	.
FRATIO1 (No Pavimentado)	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Razón Recauchut./nueva(%)	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vol. Gatable Caucho(dm3)	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Número Base de Recauchut.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Neumáticos, C0TC	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Neumáticos, CTCTE	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Repuestos, C0SP	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Repuestos, CSPQI	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Repuestos, QI0SP	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mano de Obra, COLH	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mano de Obra, CLHPC	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mano de Obra, CLHQI	.	.	.	.	.	.	.	.	.

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 38

TRAMO I (CAC) ESTRATEGIAS – COSTOS DE OPERACIÓN

COSTOS UNITARIOS DE OPERACIONES

=====

Descripción	B.CHICA-F.ESPERANZA		TICAC
	Costos	Costos	
Operación	Financieros Económicos		
Perfilado (Moneda por km de camino perfilado)	471.4	353.5	
Bacheo de Grava Localizado (Moneda por m3)	14.61	10.96	
Reposición de Grava (Moneda por m3)	16.52	12.39	



Mantenimiento de Rutina No Pav (Moneda por km por año) 1404 1053

Bacheo (Moneda por m2) 11.48 8.61

Sello (Moneda por m2) 1.03 0.77

Refuerzo (Moneda por m2) 3.88 2.91

Reconstrucción (Moneda por m2) 0.00 0.00

Mantenimiento de Rutina Pavim. (Moneda por km por año) 2131 1598

Construcción (Miles de moneda por km) 876.3 692.3

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

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 39

TRAMO I (TSB) ESTRATEGIAS – COSTOS DE OPERACION

COSTOS UNITARIOS DE OPERACIONES

=====

Descripción B.CHICA-F.ESPERANZA T1TSB

Costos Costos



Operación	Financieros Económicos	
Perfilado (Moneda por km de camino perfilado)	471.4	353.5
Bacheo de Grava Localizado (Moneda por m3)	14.61	10.96
Reposición de Grava (Moneda por m3)	16.52	12.39
Mantenimiento de Rutina No Pav (Moneda por km por año)	1404	1053
Bacheo (Moneda por m2)	11.48	8.61
Sello (Moneda por m2)	1.03	0.77
Refuerzo (Moneda por m2)	3.88	2.91
Reconstrucción (Moneda por m2)	0.00	0.00
Mantenimiento de Rutina Pavim. (Moneda por km por año)	2131	1598
Construcción (Miles de moneda por km)	797.8	630.3

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

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 40

TRAMO II (CAC) ESTRATEGIAS – COSTOS DE OPERACIÓN



COSTOS UNITARIOS DE OPERACIONES

=====

Descripción	B.CHICA-F.ESPERANZA		T2CAC	
	Costos	Costos		
Operación	Financieros Económicos			
Perfilado (Moneda por km de camino perfilado)	471.4	353.5		
Bacheo de Grava Localizado (Moneda por m3)	14.61	10.96		
Reposición de Grava (Moneda por m3)	16.52	12.39		
Mantenimiento de Rutina No Pav (Moneda por km por año)	1404	1053		
Bacheo (Moneda por m2)	11.48	8.61		
Sello (Moneda por m2)	1.03	0.77		
Refuerzo (Moneda por m2)	3.88	2.91		
Reconstrucción (Moneda por m2)	0.00	0.00		
Mantenimiento de Rutina Pavim. (Moneda por km por año)	2131	1598		
Construcción (Miles de moneda por km)	843.0	666.0		

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

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 41

TRAMO II (TSB) ESTRATEGIAS – COSTOS DE OPERACION

COSTOS UNITARIOS DE OPERACIONES

=====

Descripción	B.CHICA-F.ESPERANZA		T2TSB	
	Costos	Costos	Costos	Costos
Operación	Financieros Económicos			
Perfilado (Moneda por km de camino perfilado)	471.4	353.5		
Bacheo de Grava Localizado (Moneda por m3)	14.61	10.96		
Reposición de Grava (Moneda por m3)	16.52	12.39		
Mantenimiento de Rutina No Pav (Moneda por km por año)	1404	1053		
Bacheo (Moneda por m2)	11.48	8.61		
Sello (Moneda por m2)	1.03	0.77		
Refuerzo (Moneda por m2)	3.88	2.91		
Reconstrucción (Moneda por m2)	0.00	0.00		
Mantenimiento de Rutina Pavim. (Moneda por km por año)	2131	1598		



Construcción (Miles de moneda por km)	791.8	625.5
---------------------------------------	-------	-------

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

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 42

TRAMO I (CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE) POLITICAS DE CONSTRUCCION

POLITICA DE CONSTRUCCION

=====

Descripción	B.CHICA-F.ESPERANZA	TICAC
-------------	---------------------	-------

CONSTRUCCION

Duración de la Construcción (años)	1
------------------------------------	---

Flujo Anual de Costos (% costo total): Construcción en Año 1 100.0

Construcción en Año 2	0.0
-----------------------	-----

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) 10.4 Ancho de la Calzada (m) 6.6

Ancho un Hombro/Arcén (m) 1.2 Número Efectivo de Carriles 2.0

Subida más Bajada (m/km) 38.1 Curvatura (grados/km) 235.1

Peralte (%) 7.5

SUPERFICIE Tipo de Superficie 2

Espesor de Capas Nuevas (mm) 60 Espesor de Capas Viejas (mm) 0

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 2.49 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





Cami3n Cami3n Cami3n Cami3n

Auto Pickup Bus Liviano Medio Pesado Articulado

Trafico Medio Diario	35	6	0	1	7	1	1
Crecimiento Anual (%)	5.4	5.1	5.1	4.3	4.8	4.8	4.7

CONGESTION

Tipo de Carretera Two Lane

Uso de la Carretera Uniform

Fricci3n Lateral de la Carretera 0.00

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N3 43

TRAMO I (TRATAMIENTO SUPERFICAL BICAPA) POLITICAS DE CONSTRUCCION

POLITICA DE CONSTRUCCION

=====

Descripci3n B.CHICA-F.ESPERANZA T1TSB



#### CONSTRUCCION

Duración de la Construcción (años)	1
Flujo Anual de Costos (% costo total): Construcción en Año 1	100.0
Construcción en Año 2	0.0
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)	10.4	Ancho de la Calzada (m)	6.6
Ancho un Hombro/Arcén (m)	1.2	Número Efectivo de Carriles	2.0
Subida más Bajada (m/km)	38.1	Curvatura (grados/km)	235.1
Peralte (%)	7.5		

#### SUPERFICIE Tipo de Superficie 1

Espesor de Capas Nuevas (mm)	19	Espesor de Capas Viejas (mm)	0
------------------------------	----	------------------------------	---

#### 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 2.33 Deflexión Viga Benkelman (mm) .

ESTADO Rugosidad (IRI) 2.5 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

Camión Camión Camión Camión

Auto Pickup Bus Liviano Medio Pesado Articulado

Trafico Medio Diario 35 6 0 1 7 1 1

Crecimiento Anual (%) 5.4 5.1 5.1 4.3 4.8 4.8 4.7

CONGESTION

Tipo de Carretera Two Lane

Uso de la Carretera Uniform

Fricción Lateral de la Carretera 0.00



FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 44

TRAMO II (CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE) POLITICAS DE CONSTRUCCION

POLITICA DE CONSTRUCCION

=====

Descripción B.CHICA-F.ESPERANZA T2CAC

CONSTRUCCION

Duración de la Construcción (años) 1

Flujo Anual de Costos (% costo total): Construcción en Año 1 100.0

Construcción en Año 2 0.0

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) 7.2 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) 31.2 Curvatura (grados/km) 76.9

Peralte (%) 4.7

SUPERFICIE Tipo de Superficie 2

Espesor de Capas Nuevas (mm) 60 Espesor de Capas Viejas (mm) 0

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 2.49 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



Camión Camión Camión Camión

Auto Pickup Bus Liviano Medio Pesado Articulado

Trafico Medio Diario	35	6	0	1	7	1	1
Crecimiento Anual (%)	5.4	5.1	5.1	4.3	4.8	4.8	4.7

CONGESTION

Tipo de Carretera Two Lane

Uso de la Carretera Uniform

Fricción Lateral de la Carretera 0.00

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 45

TRAMO II (TRATAMIENTO SUPERFICAL BICAPA) POLITICAS DE CONSTRUCCION

POLITICA DE CONSTRUCCION

=====

Descripción B.CHICA-F.ESPERANZA T2TSB

CONSTRUCCION



Duración de la Construcción (años)	1
Flujo Anual de Costos (% costo total): Construcción en Año 1	100.0
Construcción en Año 2	0.0
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)	7.2	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)	31.2	Curvatura (grados/km)	76.9
Peralte (%)	4.7		

#### SUPERFICIE Tipo de Superficie 1

Espesor de Capas Nuevas (mm)	19	Espesor de Capas Viejas (mm)	0
------------------------------	----	------------------------------	---

#### 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 2.33 Deflexión Viga Benkelman (mm) .



ESTADO    Rugosidad (IRI) 2.5                      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

   Camión Camión Camión Camión

   Auto Pickup Bus Liviano Medio Pesado Articulado

Trafico Medio Diario    35    6    0    1    7    1    1

Crecimiento Anual (%)    5.4    5.1    5.1    4.3    4.8    4.8    4.7

CONGESTION

Tipo de Carretera                      Two Lane

Uso de la Carretera                      Uniform

Fricción Lateral de la Carretera    0.00

FUENTE: Procesamiento HDM III





CUADRO N° 46

“POLITICA 1” DE MANTENIMIENTO NO PAVIMENTADAS

POLITICA DE MANTENIMIENTO NO PAVIMENTADA

=====

Descripción POLITICA 1

Y-Si/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: Trafico entre perfilados (vehículos) 0

Intervalo mínimo aplicable (días)

Intervalo máximo aplicable (días)

Características: Factor de costo 1.00

N BACHEO LOCALIZADO (S-Programado o R-Respuesta a la condición) R

Programado: Cantidad de Bacheo (m3/km/año) 0.0

Respuesta: Perdida de material reemplazado (%) 100



Cantidad máxima aplicable (m<sup>3</sup>/km/año) .

Características: Factor de costo 1.00

N REPONER GRAVA (S-Programada o R-Respuesta a la Condición) R

Programada: Intervalo entre reposiciones (años) 0

Respuesta: Espesor mínimo de grava permisible (mm) 0.0

Int. mínimo entre reposiciones (años)

Int. máximo entre reposiciones (años)

Características: Factor de costo 1.00

Incremento en espesor de la grava (mm) 0.0

Ultimo año aplicable

Rugosidad Inicial (IRI) .

Código de compactación (1-Mec, 0-No Mec)

Tamaño máximo de partículas (mm) 0.0

Material que pasa tamiz 2.00 mm (%) 0.0

Material que pasa tamiz 0.425 mm (%) 0.0

Material que pasa tamiz 0.075 mm (%) 0.0

Índice de plasticidad (%) 0.0

Rugosidad mínima (IRI) .

Rugosidad máxima (IRI) .

FUENTE: Procesamiento HDM III



CUADRO N° 47

“POLITICA 2 CAC” DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADAS

POLITICA DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADA

=====

Descripción POLITICA 2 CAC

Y-Si/N-No

Y MANTENIMIENTO DE RUTINA

Características: Factor de costo 1.00

Y BACHEO (S-Programado o R-Respuesta a la Condición) S

Programado: Área a bachear (m2/km/año) 50.0

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) .

N SELLO (S-Programado o R-Respuesta a la Condición) S

Programado: Intervalo entre sellos (años) 8

Respuesta: Área dañada máxima permisible (%) 30.0

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)	10.0
Ultimo año aplicable	
Rugosidad máxima aplicable (IRI)	.

N REFUERZO\* (S-Programado o R-Respuesta a la Condición) S

Programado:	Intervalo entre refuerzos (años)	5
Respuesta:	Rugosidad máxima permisible (IRI)	3.0
	Intervalo mínimo entre refuerzos (años)	
	Intervalo máximo entre refuerzos (años)	
Características:	Factor de costo	1.00
	Tipo del refuerzo	3
	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)	.

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 48

“POLITICA 2 TSB” DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADAS

POLITICA DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADA

=====

Descripción POLITICA 2 TSB

Y-Si/N-No

Y MANTENIMIENTO DE RUTINA

Características: Factor de costo 1.00

Y BACHEO (S-Programado o R-Respuesta a la Condición) S



Programado: Área a bachear (m<sup>2</sup>/km/año) 50.0

Respuesta: Porcentaje de baches a bachear 100.0

Cantidad de bacheo máximo (m<sup>2</sup>/km/año) .

Características: Factor de costo 1.00

Ultimo año aplicable

Rugosidad máxima aplicable (IRI) .

N SELLO (S-Programado o R-Respuesta a la Condición) S

Programado: Intervalo entre sellos (años) 5

Respuesta: Área dañada máxima permisible (%) 30.0

Intervalo mínimo entre sellos (años)

Intervalo máximo entre sellos (años)

Características: Factor de costo 1.00

Tipo de sello 1

Coefficiente de resistencia del sello 0.30

Espesor del sello (mm) 25.0

Ultimo año aplicable

Rugosidad máxima aplicable (IRI) .

N REFUERZO\* (S-Programado o R-Respuesta a la Condición) S

Programado: Intervalo entre refuerzos (años) 5

Respuesta: Rugosidad máxima permisible (IRI) 3.0

Intervalo mínimo entre refuerzos (años)

Intervalo máximo entre refuerzos (años)



Características: Factor de costo	1.00
Tipo del refuerzo	3
Coefficiente de resistencia del refuerzo	0.30
*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)	.

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 49

“POLITICA 3 CAC” DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADAS

POLITICA DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADA

=====

Descripción	POLITICA 3	CAC
-------------	------------	-----

Y-Si/N-No

Y MANTENIMIENTO DE RUTINA

Características: Factor de costo	1.00
----------------------------------	------

Y BACHEO (S-Programado o R-Respuesta a la Condición) S

Programado: Área a bachear (m2/km/año)	50.0
--	------

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) S

Programado: Intervalo entre sellos (años)	8
---	---

Respuesta: Área dañada máxima permisible (%)	30.0
--	------

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) 10.0

Ultimo año aplicable

Rugosidad máxima aplicable (IRI) .

N REFUERZO\* (S-Programado o R-Respuesta a la Condición) S

Programado: Intervalo entre refuerzos (años) 5

Respuesta: Rugosidad máxima permisible (IRI) 3.0

Intervalo mínimo entre refuerzos (años)

Intervalo máximo entre refuerzos (años)

Características: Factor de costo 1.00

Tipo del refuerzo 3

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)	.

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 50

“POLITICA 3 TSB” DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADAS

POLITICA DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADA

=====

Descripción POLITICA 3 TSB

Y-Si/N-No

Y MANTENIMIENTO DE RUTINA

Características: Factor de costo	1.00
----------------------------------	------



Y BACHEO (S-Programado o R-Respuesta a la Condición) S

Programado: Área a bachear (m<sup>2</sup>/km/año) 50.0

Respuesta: Porcentaje de baches a bachear 100.0

Cantidad de bacheo máximo (m<sup>2</sup>/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) S

Programado: Intervalo entre sellos (años) 8

Respuesta: Área dañada máxima permisible (%) 30.0

Intervalo mínimo entre sellos (años)

Intervalo máximo entre sellos (años)

Características: Factor de costo 1.00

Tipo de sello 1

Coficiente de resistencia del sello 0.25

Espesor del sello (mm) 10.0

Ultimo año aplicable

Rugosidad máxima aplicable (IRI) .

N REFUERZO\* (S-Programado o R-Respuesta a la Condición) S

Programado: Intervalo entre refuerzos (años) 5

Respuesta: Rugosidad máxima permisible (IRI) 3.0



Intervalo mínimo entre refuerzos (años)

Intervalo máximo entre refuerzos (años)

Características: Factor de costo 1.00

Tipo del refuerzo 3

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) .

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 51

“POLITICA 4 CAC” DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADAS

POLITICA DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADA

=====

Descripción POLITICA 4 CAC

Y-Si/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) 100.0

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) S

Programado: Intervalo entre sellos (años) 8

Respuesta: Área dañada máxima permisible (%) 15.0



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) 10.0

Ultimo año aplicable

Rugosidad máxima aplicable (IRI) .

Y REFUERZO\* (S-Programado o R-Respuesta a la Condición) S

Programado: Intervalo entre refuerzos (años) 16

Respuesta: Rugosidad máxima permisible (IRI) 3.0

Intervalo mínimo entre refuerzos (años)

Intervalo máximo entre refuerzos (años)

Características: Factor de costo 1.00

Tipo del refuerzo 3

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)	.

FUENTE: Procesamiento HDM III

#### CUADRO N° 52

#### “POLITICA 4 TSB” DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADAS

##### POLITICA DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADA

=====

Descripción POLITICA 4 TSB

Y-Si/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 (m<sup>2</sup>/km/año) 100.0

Respuesta: Porcentaje de baches a bachear 100.0

Cantidad de bacheo máximo (m<sup>2</sup>/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) S

Programado: Intervalo entre sellos (años) 8

Respuesta: Área dañada máxima permisible (%) 15.0

Intervalo mínimo entre sellos (años)

Intervalo máximo entre sellos (años)

Características: Factor de costo 1.00

Tipo de sello 1

Coefficiente de resistencia del sello 0.25

Espesor del sello (mm) 10.0

Ultimo año aplicable

Rugosidad máxima aplicable (IRI) .

Y REFUERZO\* (S-Programado o R-Respuesta a la Condición) S

Programado: Intervalo entre refuerzos (años) 16

Respuesta: Rugosidad máxima permisible (IRI) 3.0

Intervalo mínimo entre refuerzos (años)





Intervalo máximo entre refuerzos (años)

Características: Factor de costo	1.00
Tipo del refuerzo	3
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)	.



FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 53

“POLITICA 5 CAC” DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADAS

POLITICA DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADA

=====

Descripción	POLITICA 5	CAC
Y-Si/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)	100.0
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) S		
Programado:	Intervalo entre sellos (años)	8
Respuesta:	Área dañada máxima permisible (%)	10.0
	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) 10.0

Ultimo año aplicable

Rugosidad máxima aplicable (IRI) .

Y REFUERZO\* (S-Programado o R-Respuesta a la Condición) R

Programado: Intervalo entre refuerzos (años) 16

Respuesta: Rugosidad máxima permisible (IRI) 3.0

Intervalo mínimo entre refuerzos (años)

Intervalo máximo entre refuerzos (años)

Características: Factor de costo 1.00

Tipo del refuerzo 3

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)	.

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 54

“POLITICA 5 TSB” DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADAS

POLITICA DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADA

=====

Descripción	POLITICA 5	TSB
Y-Si/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)	100.0
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) S

Programado:	Intervalo entre sellos (años)	8
Respuesta:	Área dañada máxima permisible (%)	10.0
	Intervalo mínimo entre sellos (años)	
	Intervalo máximo entre sellos (años)	
Características:	Factor de costo	1.00
	Tipo de sello	1
	Coefficiente de resistencia del sello	0.25
	Espesor del sello (mm)	10.0
	Ultimo año aplicable	
	Rugosidad máxima aplicable (IRI)	.

Y REFUERZO\* (S-Programado o R-Respuesta a la Condición) R

Programado:	Intervalo entre refuerzos (años)	16
Respuesta:	Rugosidad máxima permisible (IRI)	3.0
	Intervalo mínimo entre refuerzos (años)	
	Intervalo máximo entre refuerzos (años)	
Características:	Factor de costo	1.00
	Tipo del refuerzo	3
	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)	.

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 55

TRAMO I (CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE) DEFINICION DE ESTRATEGIAS

DEFINICION DE ESTRATEGIAS

=====

Descripción B.CHICA-F.ESPERANZA TICAC

ESTRATEGIA 1: ALTERNATIVA 1:BASE

Desde Año: 2012 Política: POLITICA 1 (Unp:BAGUA0)

( )

( )



( )

ESTRATEGIA 2: ALTERNATIVA 2:CAC

Desde Año: 2012 Política: POLITICA 1 (Unp:BAGUA0)

2013 B.CHICA-F.ESPERANZA T1CAC (Con:BAGUA1)

2014 POLITICA 2 CAC (Pav:BAGUA1)

( )

ESTRATEGIA 3: ALTERNATIVA 3:CAC

Desde Año: 2012 Política: POLITICA 1 (Unp:BAGUA0)

2013 B.CHICA-F.ESPERANZA T1CAC (Con:BAGUA1)

2014 POLITICA 3 CAC (Pav:BAGUA3)

( )

ESTRATEGIA 4: ALTERNATIVA 4:CAC

Desde Año: 2012 Política: POLITICA 1 (Unp:BAGUA0)

2013 B.CHICA-F.ESPERANZA T1CAC (Con:BAGUA1)

2014 POLITICA 4 CAC (Pav:BAGUA5)

( )

ESTRATEGIA 5: ALTERNATIVA 5:CAC

Desde Año: 2012 Política: POLITICA 1 (Unp:BAGUA0)

2013 B.CHICA-F.ESPERANZA T1CAC (Con:BAGUA1)

2014 POLITICA 5 CAC (Pav:BAGUA7)

( )

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 56

TRAMO I (TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA) DEFINICION DE ESTRATEGIAS

DEFINICION DE ESTRATEGIAS



=====

Descripción B.CHICA-F.ESPERANZA T1TSB

ESTRATEGIA 1: ALTERNATIVA 1:BASE

Desde Año: 2012 Política: POLITICA 1 (Unp:BAGUA0)

( )

( )

( )

ESTRATEGIA 2: ALTERNATIVA 2:TSB

Desde Año: 2012 Política: POLITICA 1 (Unp:BAGUA0)

2013 B.CHICA-F.ESPERANZA T1TSB (Con:BAGUA2)

2014 POLITICA 2 TSB (Pav:BAGUA2)

( )

ESTRATEGIA 3: ALTERNATIVA 3:TSB

Desde Año: 2012 Política: POLITICA 1 (Unp:BAGUA0)

2013 B.CHICA-F.ESPERANZA T1TSB (Con:BAGUA2)

2014 POLITICA 3 TSB (Pav:BAGUA4)

( )

ESTRATEGIA 4: ALTERNATIVA 4:TSB

Desde Año: 2012 Política: POLITICA 1 (Unp:BAGUA0)

2013 B.CHICA-F.ESPERANZA T1TSB (Con:BAGUA2)

2014 POLITICA 4 TSB (Pav:BAGUA6)

( )

ESTRATEGIA 5: ALTERNATIVA 5:TSB

Desde Año: 2012 Política: POLITICA 1 (Unp:BAGUA0)





2013 B.CHICA-F.ESPERANZA T1TSB (Con:BAGUA2)

2014 POLITICA 5 TSB (Pav:BAGUA8)

( )

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 57

TRAMO II (CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE) DEFINICION DE ESTRATEGIAS

DEFINICION DE ESTRATEGIAS

=====

Descripción B.CHICA-F.ESPERANZA T2CAC

ESTRATEGIA 1: ALTERNATIVA 1:BASE

Desde Año: 2012 Política: POLITICA 1 (Unp:BAGUA0)

( )

( )

( )

ESTRATEGIA 2: ALTERNATIVA 2:CAC

Desde Año: 2012 Política: POLITICA 1 (Unp:BAGUA0)

2013 B.CHICA-F.ESPERANZA T2CAC (Con:BAGUA3)

2014 POLITICA 2 CAC (Pav:BAGUA1)

( )

ESTRATEGIA 3: ALTERNATIVA 3:CAC

Desde Año: 2012 Política: POLITICA 1 (Unp:BAGUA0)

2013 B.CHICA-F.ESPERANZA T2CAC (Con:BAGUA3)

2014 POLITICA 3 CAC (Pav:BAGUA3)



( )

ESTRATEGIA 4: ALTERNATIVA 4:CAC

Desde Año: 2012 Política: POLITICA 1 (Unp:BAGUA0)

2013 B.CHICA-F.ESPERANZA T2CAC (Con:BAGUA3)

2014 POLITICA 4 CAC (Pav:BAGUA5)

( )

ESTRATEGIA 5: ALTERNATIVA 5:CAC

Desde Año: 2012 Política: POLITICA 1 (Unp:BAGUA0)

2013 B.CHICA-F.ESPERANZA T2CAC (Con:BAGUA3)

2014 POLITICA 5 CAC (Pav:BAGUA7)

( )

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 58

TRAMO II (TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA) DEFINICION DE ESTRATEGIAS

DEFINICION DE ESTRATEGIAS

=====

Descripción B.CHICA-F.ESPERANZA T2TSB

ESTRATEGIA 1: ALTERNATIVA 1:BASE

Desde Año: 2012 Política: POLITICA 1 (Unp:BAGUA0)

( )

( )

( )



ESTRATEGIA 2: ALTERNATIVA 2:TSB

Desde Año: 2012 Política: POLITICA 1 (Unp:BAGUA0)

2013 B.CHICA-F.ESPERANZA T2TSB (Con:BAGUA4)

2014 POLITICA 2 TSB (Pav:BAGUA2)

( )

ESTRATEGIA 3: ALTERNATIVA 3:TSB

Desde Año: 2012 Política: POLITICA 1 (Unp:BAGUA0)

2013 B.CHICA-F.ESPERANZA T2TSB (Con:BAGUA4)

2014 POLITICA 3 TSB (Pav:BAGUA4)

( )

ESTRATEGIA 4: ALTERNATIVA 4:TSB

Desde Año: 2012 Política: POLITICA 1 (Unp:BAGUA0)

2013 B.CHICA-F.ESPERANZA T2TSB (Con:BAGUA4)

2014 POLITICA 4 TSB (Pav:BAGUA6)

( )

ESTRATEGIA 5: ALTERNATIVA 5:TSB

Desde Año: 2012 Política: POLITICA 1 (Unp:BAGUA0)

2013 B.CHICA-F.ESPERANZA T2TSB (Con:BAGUA4)

2014 POLITICA 5 TSB (Pav:BAGUA8)

( )

FUENTE: Procesamiento HDM III



## CAPÍTULO VI : RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS EN EL HDM III

El presente capítulo tiene por finalidad exponer los resúmenes de los resultados obtenidos de los análisis realizados en el HDM III. Como complemento de lo anterior, se emiten observaciones y comentarios que se pudieron extraer de la compilación de los resultados.

### **6.1 Programas de Construcción**

Como se ha mencionado anteriormente el HDM III es capaz de elaborar programas de construcción para la red vial en estudio. Estos programas corresponden a unas listas de tratamientos de rehabilitación, que el HDM III propone efectuar para cada año de análisis.

El HDM III elabora un programa de construcción para cada uno de los dos tramos de construcción propuestos. Estos programas de construcción se presentan a continuación:

CUADRO N° 59

TRAMO I (CAC) OPERACIONES DE CAPITAL

Administrador HDM - Deterioro

Nombre de la Corrida : B.CHICA - F.ESPERANZA      T1

Fecha de la Corrida : 28/04/12

Nombre de la Carretera: B.CHICA - F.ESPERANZA      T1

Primera Segunda Tercera Cuarta Quinta

Estrat. Estrat. Estrat. Estrat. Estrat.



Año	Opera	Opera	Opera	Opera	Opera
	cion	cion	cion	cion	cion
ndar	Apli	Apli	Apli	Apli	Apli
io	cada	cada	cada	cada	cada
1	2012				
2	2013				
3	2014	CONS	CONS	CONS	CONS
4	2015				
5	2016				
6	2017				
7	2018				
8	2019				
9	2020				
10	2021	RESE	RESE	RESE	
11	2022				
12	2023				
13	2024				
14	2025				



15	2026			
16	2027			
17	2028			
18	2029	RESE	OVER	OVER
19	2030			
20	2031			

Primera Estrategia: ALTERNATIVA 1:BASE

Segunda Estrategia: ALTERNATIVA 2:CAC

Tercera Estrategia: ALTERNATIVA 3:CAC

Cuarta Estrategia: ALTERNATIVA 4:CAC

Quinta Estrategia: ALTERNATIVA 5:CAC

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 60

TRAMO I (TSB) OPERACIONES DE CAPITAL

Administrador HDM - Deterioro

Nombre de la Corrida : B.CHICA - F.ESPERANZA T1

Fecha de la Corrida : 28/04/12

Nombre de la Carretera: B.CHICA - F.ESPERANZA T1

Primera Segunda Tercera Cuarta Quinta



Estrat. Estrat. Estrat. Estrat. Estrat.

Año Opera Opera Opera Opera Opera

Cale cion cion cion cion cion

ndar Apli Apli Apli Apli Apli

io cada cada cada cada cada

1 2012

2 2013

3 2014 CONS CONS CONS CONS

4 2015

5 2016

6 2017

7 2018

8 2019

9 2020

10 2021 RESE RESE OVER

11 2022

12 2023

13 2024

14 2025



15 2026

16 2027

17 2028

18 2029 RESE OVER RESE

19 2030

20 2031

Primera Estrategia: ALTERNATIVA 1:BASE

Segunda Estrategia: ALTERNATIVA 2:TSB

Tercera Estrategia: ALTERNATIVA 3:TSB

Cuarta Estrategia: ALTERNATIVA 4:TSB

Quinta Estrategia: ALTERNATIVA 5:TSB

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 61

TRAMO II (CAC) OPERACIONES DE CAPITAL

Administrador HDM - Deterioro

Nombre de la Corrida : B.CHICA - F.ESPERANZA T2

Fecha de la Corrida : 28/04/12

Nombre de la Carretera: B.CHICA - F.ESPERANZA T2





Primera Segunda Tercera Cuarta Quinta

Estrat. Estrat. Estrat. Estrat. Estrat.

Año Opera Opera Opera Opera Opera

Cale cion cion cion cion cion

ndar Apli Apli Apli Apli Apli

io cada cada cada cada cada

1 2012

2 2013

3 2014 CONS CONS CONS CONS

4 2015

5 2016

6 2017

7 2018

8 2019

9 2020

10 2021 RESE RESE RESE

11 2022

12 2023



13	2024			
14	2025			
15	2026			
16	2027			
17	2028			
18	2029	RESE	OVER	OVER
19	2030			
20	2031			

Primera Estrategia: ALTERNATIVA 1:BASE

Segunda Estrategia: ALTERNATIVA 2:CAC

Tercera Estrategia: ALTERNATIVA 3:CAC

Cuarta Estrategia: ALTERNATIVA 4:CAC

Quinta Estrategia: ALTERNATIVA 5:CAC

FUENTE: Procesamiento HDM III



CUADRO N° 62

TRAMO II (TSB) OPERACIONES DE CAPITAL

Administrador HDM - Deterioro

Nombre de la Corrida : B.CHICA - F.ESPERANZA T2

Fecha de la Corrida : 28/04/12

Nombre de la Carretera: B.CHICA - F.ESPERANZA T2

Primera Segunda Tercera Cuarta Quinta

Estrat. Estrat. Estrat. Estrat. Estrat.

Año Opera Opera Opera Opera Opera

Cale cion cion cion cion cion

ndar Apli Apli Apli Apli Apli

io cada cada cada cada cada

1 2012

2 2013

3 2014 CONS CONS CONS CONS

4 2015

5 2016

6 2017

7 2018

8 2019



9	2020			
10	2021	RESE	RESE	OVER
11	2022			
12	2023			
13	2024			
14	2025			
15	2026			
16	2027			
17	2028			
18	2029	RESE	OVER	RESE
19	2030			
20	2031			

Primera Estrategia: ALTERNATIVA 1:BASE

Segunda Estrategia: ALTERNATIVA 2:TSB

Tercera Estrategia: ALTERNATIVA 3:TSB

Cuarta Estrategia: ALTERNATIVA 4:TSB

Quinta Estrategia: ALTERNATIVA 5:TSB

FUENTE: Procesamiento HDM III



De los resultados se puede extraer que:

- A partir de los 7 años de construcción de las alternativas de la carretera en mención se comienzan a presentar diferentes tipos de fallas en el pavimento existente por lo cual se procede a colocarles un tratamiento periódico para que mejore la condición de esta.
- A medida que crecen los presupuestos, se presenta un mayor porcentaje de tratamientos de reconstrucción. Esto se puede explicar debido a que si bien este tratamiento produce mejoras más ostensibles en los pavimentos, poseen un costo considerablemente superior.

## **6.2 Costos de los Tratamientos**

Un aspecto de suma relevancia en que se ocupa el HDM III es el cálculo de los costos de los programas de construcción. Su importancia radica en el hecho de que la optimización que realiza (elección de estrategias), se rige por la minimización de los costos. En el proyecto del presente Trabajo de Título, la manera en que se calcularon fue por la metodología de precios unitarios. Los precios unitarios están referidos a US\$/m<sup>2</sup> y sus magnitudes para los 2 tipos de tratamientos se pueden observar en el del Capítulo 5 numeral 5.6.3 del presente informe

.Para todos los tratamientos, salvo el de Parches, los precios unitarios se aplican al total del área de los elementos. En el caso particular del tratamiento de Parches, el cálculo de los costos se hace refiriendo los precios unitarios a sólo el área afectadas por el

agrietamiento y los baches, que representan un % del área total.

A continuación, se puede ver los resultados de la Tasa de Interés de Retorno de acuerdo a los costos de los tratamientos pertenecientes a los programas generados para cada uno de los escenarios propuestos:



CUADRO N° 63

TRAMO I (CAC) VALORES PRESENTES Y TASA INTERNA DE RETORNO

Administrador HDM - Analisis Económico

Nombre de la Corrida: B.CHICA - F.ESPERANZA T1

Fecha de la Corrida: 28/04/12

Nombre de la Carretera: B.CHICA - F.ESPERANZA T1

Valores Presentes y Tasa Interna de Retorno

Primera Segunda Tercera Cuarta Quinta

Estrategia Estrategia Estrategia Estrategia Estrategia

=====

-Valores Presentes

al 11.0% Descuento

(millones de Dollars)

Sociedad	14.76	15.32	15.32	15.34	15.34
Agencia	0.13	6.44	6.46	6.49	6.49
Capital	0.00	6.29	6.32	6.34	6.34
Recurrente	0.13	0.15	0.15	0.15	0.15
Usuarios	14.63	8.88	8.86	8.85	8.85
Operación Vehic.	12.86	7.76	7.73	7.73	7.73



---

Tiempo de Viaje	1.76	1.13	1.13	1.13	1.13
Cst-Bnf Exógenos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor Presente Neto	0.00	0.62	0.62	0.60	0.60
(Beneficios Netos)					
-Tasa Int. Ret. (%)	NA	12.3	12.3	12.2	12.2

Primera Estrategia: ALTERNATIVA 1:BASE

Segunda Estrategia: ALTERNATIVA 2:CAC

Tercera Estrategia: ALTERNATIVA 3:CAC

Cuarta Estrategia: ALTERNATIVA 4:CAC

Quinta Estrategia: ALTERNATIVA 5:CAC

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 64

TRAMO I (TSB) VALORES PRESENTES Y TASA INTERNA DE RETORNO

Administrador HDM - Analisis Económico

Nombre de la Corrida: B.CHICA - F.ESPERANZA T1

Fecha de la Corrida: 28/04/12

Nombre de la Carretera: B.CHICA - F.ESPERANZA T1



Valores Presentes y Tasa Interna de Retorno

Primera Segunda Tercera Cuarta Quinta

Estrategia Estrategia Estrategia Estrategia Estrategia

=====

-Valores Presentes

al 11.0% Descuento

(millones de Dollars)

Sociedad	14.76	14.82	14.83	14.84	14.82
Agencia	0.13	5.88	5.90	5.93	5.96
Capital	0.00	5.73	5.76	5.78	5.81
Recurrente	0.13	0.15	0.15	0.15	0.15
Usuarios	14.63	8.95	8.94	8.92	8.86
Operación Vehic.	12.86	7.82	7.81	7.79	7.73
Tiempo de Viaje	1.76	1.13	1.13	1.13	1.13
Cst-Bnf Exógenos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor Presente Neto	0.00	1.12	1.11	1.10	1.12

(Beneficios Netos)





-Tasa Int. Ret. (%)      NA      13.5      13.4      13.4      13.5

Primera Estrategia: ALTERNATIVA 1:BASE

Segunda Estrategia: ALTERNATIVA 2:TSB

Tercera Estrategia: ALTERNATIVA 3:TSB

Cuarta Estrategia: ALTERNATIVA 4:TSB

Quinta Estrategia: ALTERNATIVA 5:TSB

FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 65

TRAMO II (CAC) VALORES PRESENTES Y TASA INTERNA DE RETORNO

Administrador HDM - Analisis Económico

Nombre de la Corrida: B.CHICA - F.ESPERANZA      T2

Fecha de la Corrida: 28/04/12

Nombre de la Carretera: B.CHICA - F.ESPERANZA      T2

Valores Presentes y Tasa Interna de Retorno

Primera    Segunda    Tercera    Cuarta    Quinta

Estrategia    Estrategia    Estrategia    Estrategia    Estrategia

=====



-Valores Presentes

al 11.0% Descuento

(millones de Dollars)

Sociedad	9.12	10.08	10.07	10.09	10.09
Agencia	0.09	4.30	4.31	4.33	4.33
Capital	0.00	4.19	4.21	4.23	4.23
Recurrente	0.09	0.11	0.10	0.10	0.10
Usuarios	9.03	5.79	5.77	5.76	5.76
Operación Vehic.	7.98	5.10	5.08	5.08	5.08
Tiempo de Viaje	1.05	0.69	0.69	0.69	0.69
Cst-Bnf Exógenos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor Presente Neto	0.00	-0.22	-0.22	-0.23	-0.23

(Beneficios Netos)

-Tasa Int. Ret. (%)      NA      10.3      10.3      10.3      10.3

Primera Estrategia: ALTERNATIVA 1:BASE

Segunda Estrategia: ALTERNATIVA 2:CAC

Tercera Estrategia: ALTERNATIVA 3:CAC

Cuarta Estrategia: ALTERNATIVA 4:CAC

Quinta Estrategia: ALTERNATIVA 5:CAC



FUENTE: Procesamiento HDM III

CUADRO N° 66

TRAMO II (TSB) VALORES PRESENTES Y TASA INTERNA DE RETORNO

Administrador HDM - Analisis Económico

Nombre de la Corrida: B.CHICA - F.ESPERANZA T2

Fecha de la Corrida: 28/04/12

Nombre de la Carretera: B.CHICA - F.ESPERANZA T2

Valores Presentes y Tasa Interna de Retorno

Primera Segunda Tercera Cuarta Quinta

Estrategia Estrategia Estrategia Estrategia Estrategia

=====

-Valores Presentes

al 11.0% Descuento

(millones de Dollars)

Sociedad	9.12	9.87	9.87	9.88	9.86
Agencia	0.09	4.04	4.06	4.07	4.10
Capital	0.00	3.93	3.95	3.97	3.99
Recurrente	0.09	0.11	0.10	0.10	0.10



Usuarios	9.03	5.83	5.82	5.81	5.77
Operación Vehic.	7.98	5.14	5.13	5.12	5.08
Tiempo de Viaje	1.05	0.69	0.69	0.69	0.69
Cst-Bnf Exógenos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor Presente Neto	0.00	0.00	-0.01	-0.02	0.00
(Beneficios Netos)					
-Tasa Int. Ret. (%)	NA	11.0	11.0	11.0	11.0

Primera Estrategia: ALTERNATIVA 1:BASE

Segunda Estrategia: ALTERNATIVA 2:TSB

Tercera Estrategia: ALTERNATIVA 3:TSB

Cuarta Estrategia: ALTERNATIVA 4:TSB

Quinta Estrategia: ALTERNATIVA 5:TSB

FUENTE: Procesamiento HDM III

De esta manera, para cada estándar, determina los costos en cada uno de los 20 años del período de análisis, por los siguientes conceptos: acciones de conservación preventiva y correctiva, acciones de mantenimiento rutinario, operación vehicular y totales (o suma de los anteriores); asimismo, para cada uno de los rubros anteriores, determina la suma de costos descontados para el período de análisis, considerando tasas anuales de descuento del 11%.



CUADRO N° 67

RESULTADOS DE LA EVALUACION ECONOMICA (Millones USD)

ALTERNATIVAS		INDICADORES	ESTRATEGIAS				
			1	2	3	4	5
1	Tramo I - CAC	VAN (Millones USD)	0	0.62	0.62	0.60	0.60
		TIR (%)		12.3	12.3	12.2	12.2
		B/C		1.10	1.10	1.09	1.09
2	Tramo I - TSB	VAN (Millones USD)	0	1.12	1.11	1.10	1.12
		TIR (%)		13.5	13.4	13.4	13.5
		B/C		1.20	1.19	1.19	1.19
3	Tramo II - CAC	VAN (Millones USD)	0	-0.22	-0.22	-0.23	-0.23
		TIR (%)		10.3	10.3	10.3	10.3
		B/C		0.95	0.95	0.95	0.95
4	Tramo II - TSB	VAN (Millones USD)	0	0.00	-0.01	-0.02	0.00
		TIR (%)		11.0	11.0	11.0	11.0
		B/C		1.00	1.00	1.00	1.00

FUENTE: Procesamiento HDM III

De los resultados se puede extraer que:

La alternativa de mejor opción de inversión según las características del tránsito, niveles de servicio y condiciones de la superficie de rodadura es el Tramo I que presenta una construcción de una longitud de 10.4 km. y nos presenta un TIR con Carpeta Asfáltica en Caliente (12.30%) y con Tratamiento Superficial Bicapa (13.50%) lo que nos da entender que la opción de mayor rentabilidad sería una construcción del Tramo I con una carpeta de rodadura con Tratamiento Superficial Bicapa (TSB) y un mantenimiento como nos muestra el Cuadro N° 64 (Segunda Alternativa – Quinta Estrategia).

La elección de la óptima estrategia de mantenimiento periódico la mostramos más adelante en el deterioro de pavimentos.

### 6.3 Deterioro de los Pavimentos

En este punto vamos a determinar la mejor estrategia de mantenimiento del Tramo I de carpeta de rodadura con Tratamiento Superficial Bicapa que ha sido la mejor opción de rentabilidad.



El programa HDM estima, mediante los modelos de deterioro, el comportamiento de los elementos (tramos homogéneos) en el tiempo. El deterioro se evalúa en 6 frentes (entre paréntesis se encuentra la unidad de medida):

- Grietas Totales (%)
- Grietas Anchas (%)
- Peladuras (%)
- Baches (%)
- Roderas (mm)
- Rugosidad (IRI)

Las variables que miden el deterioro de los pavimentos se calculan para todas las estrategias posibles del tramo homogéneo. A continuación, se presenta las estrategias de mantenimiento.

CUADRO N° 68

TRAMO I (TSB) AREA TOTAL DE GRIETAS (%)

Administrador HDM - Deterioro

Nombre de la Corrida : B.CHICA - F.ESPERANZA T1

Fecha de la Corrida : 28/04/12

Nombre de la Carretera: B.CHICA - F.ESPERANZA T1

Primera Segunda Tercera Cuarta Quinta

Estrat. Estrat. Estrat. Estrat. Estrat.

Año Area Area Area Area Area

Cale Total Total Total Total Total

ndar Griet Griet Griet Griet Griet



	io	%	%	%	%	%
1	2012	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	2014	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	2015	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	2016	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2017	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	2018	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	2019	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	2020	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	2021	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	2022	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	2023	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	2024	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	2025	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	2026	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0
16	2027	0.0	5.5	0.0	0.0	0.0
17	2028	0.0	12.7	0.0	0.0	0.0
18	2029	0.0	24.8	0.0	0.0	0.0
19	2030	0.0	43.3	0.0	0.0	0.0
20	2031	0.0	65.2	0.0	0.0	0.0



Primera Estrategia: ALTERNATIVA 1:BASE

Segunda Estrategia: ALTERNATIVA 2:TSB

Tercera Estrategia: ALTERNATIVA 3:TSB

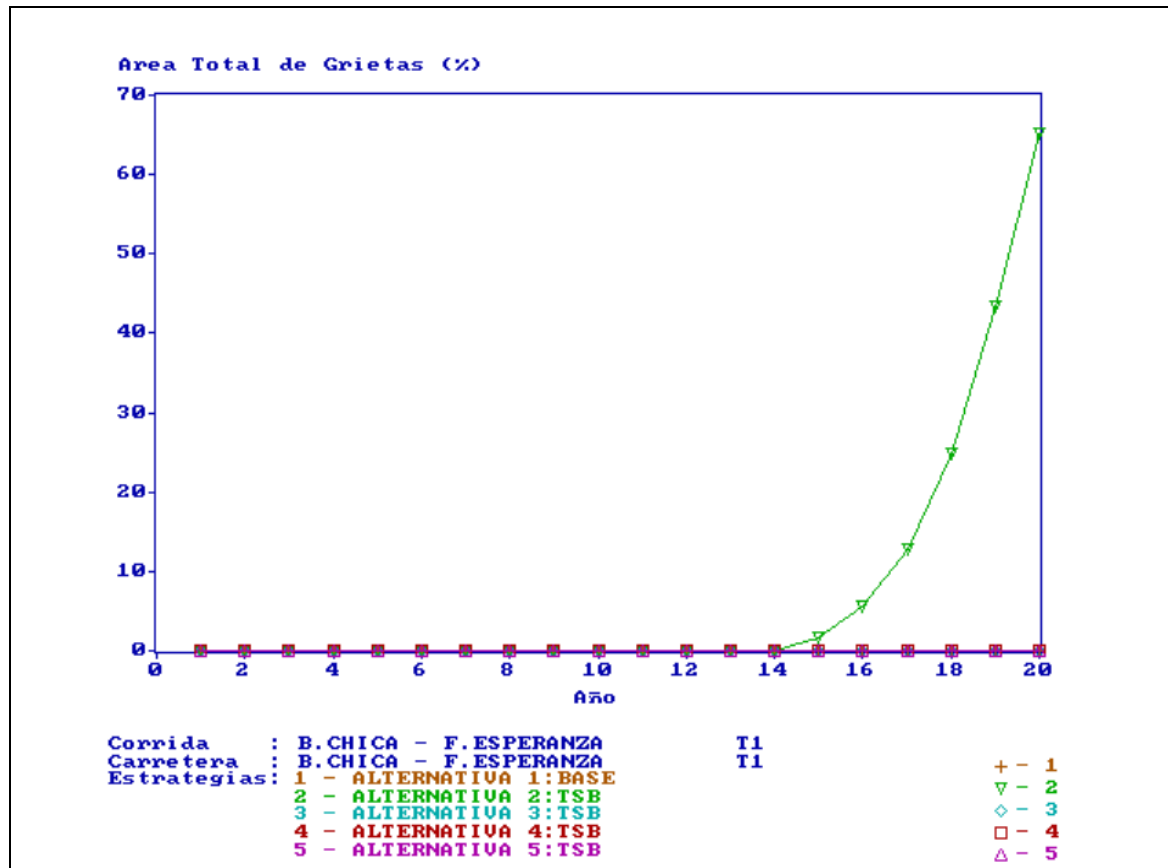
Cuarta Estrategia: ALTERNATIVA 4:TSB

Quinta Estrategia: ALTERNATIVA 5:TSB

FUENTE: Procesamiento HDM III

GRAFICO N° 15

TRAMO I (TSB) AREA TOTAL DE GRIETAS (%)



FUENTE: Procesamiento HDM III





Del análisis del gráfico, se puede decir que la estrategia que no presenta ningún mantenimiento se comienzan a presentar grietas a partir del año 14 de la construcción, en cambio las demás estrategias que presentan un mantenimiento periódico no presentan ningún porcentaje de grietas en los años de duración de la vía.

CUADRO N° 69

TRAMO I (TSB) AREA DE GRIETAS ANCHAS (%)

Administrador HDM - Deterioro

Nombre de la Corrida : B.CHICA - F.ESPERANZA T1

Fecha de la Corrida : 28/04/12

Nombre de la Carretera: B.CHICA - F.ESPERANZA T1

Primera Segunda Tercera Cuarta Quinta

Estrat. Estrat. Estrat. Estrat. Estrat.

Año	Area	Area	Area	Area	Area
Cale	Griet	Griet	Griet	Griet	Griet
ndar	Ancha	Ancha	Ancha	Ancha	Ancha
io	%	%	%	%	%

1	2012	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
---	------	-----	-----	-----	-----	-----

2	2013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
---	------	-----	-----	-----	-----	-----

3	2014	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
---	------	-----	-----	-----	-----	-----

4	2015	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
---	------	-----	-----	-----	-----	-----



5	2016	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2017	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	2018	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	2019	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	2020	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	2021	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	2022	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	2023	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	2024	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	2025	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	2026	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	2027	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	2028	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0
18	2029	0.0	14.8	0.0	0.0	0.0
19	2030	0.0	43.3	0.0	0.0	0.0
20	2031	0.0	65.2	0.0	0.0	0.0

Primera Estrategia: ALTERNATIVA 1:BASE

Segunda Estrategia: ALTERNATIVA 2:TSB

Tercera Estrategia: ALTERNATIVA 3:TSB

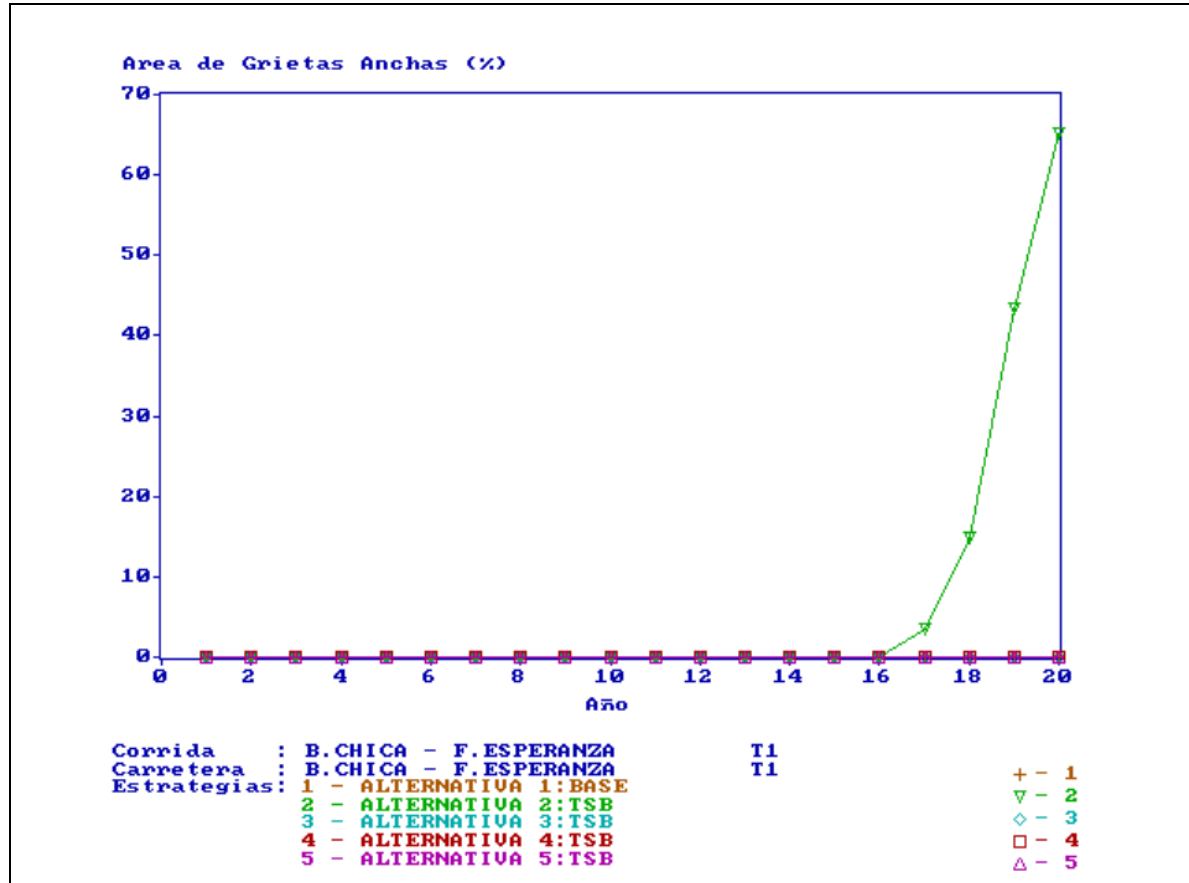
Cuarta Estrategia: ALTERNATIVA 4:TSB

Quinta Estrategia: ALTERNATIVA 5:TSB

FUENTE: Procesamiento HDM III

GRAFICO N° 16

TRAMO I (TSB) AREA DE GRIETAS ANCHAS (%)



FUENTE: Procesamiento HDM III

Del análisis del gráfico, se puede decir que la estrategia que no presenta ningún mantenimiento se comienzan a presentar grietas anchas a partir del año 16 de la construcción, en cambio las demás estrategias que presentan un mantenimiento periódico no presentan ningún porcentaje de grietas en los años de duración de la vía.



CUADRO N° 70

TRAMO I (TSB) AREA DE PELADURAS (%)

Administrador HDM - Deterioro

Nombre de la Corrida : B.CHICA - F.ESPERANZA T1

Fecha de la Corrida : 28/04/12

Nombre de la Carretera: B.CHICA - F.ESPERANZA T1

Primera Segunda Tercera Cuarta Quinta

Estrat. Estrat. Estrat. Estrat. Estrat.

Año	Area	Area	Area	Area	Area	
Cale	Pela	Pela	Pela	Pela	Pela	
ndar	dura	dura	dura	dura	dura	
io	%	%	%	%	%	
1	2012	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	2014	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	2015	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	2016	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2017	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	2018	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



8	2019	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	2020	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	2021	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	2022	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	2023	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	2024	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0
14	2025	0.0	20.6	0.0	0.0	0.0
15	2026	0.0	65.2	0.0	0.0	0.0
16	2027	0.0	92.8	0.0	0.0	0.0
17	2028	0.0	86.6	0.0	0.0	0.0
18	2029	0.0	74.5	0.0	0.0	0.0
19	2030	0.0	56.0	0.0	0.0	0.0
20	2031	0.0	34.0	0.0	0.0	0.0

Primera Estrategia: ALTERNATIVA 1:BASE

Segunda Estrategia: ALTERNATIVA 2:TSB

Tercera Estrategia: ALTERNATIVA 3:TSB

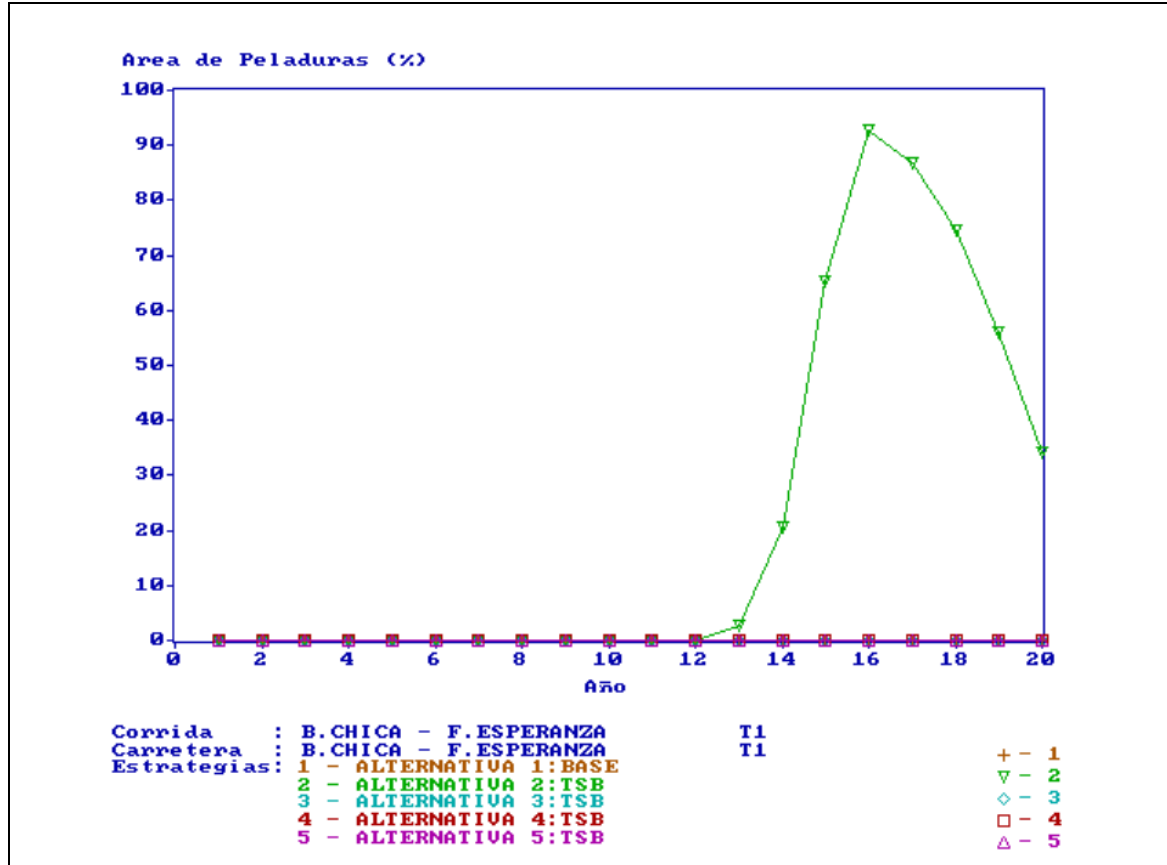
Cuarta Estrategia: ALTERNATIVA 4:TSB

Quinta Estrategia: ALTERNATIVA 5:TSB

FUENTE: Procesamiento HDM III

GRAFICO N° 17

TRAMO I (TSB) AREA DE PELADURAS (%)



FUENTE: Procesamiento HDM III

Del análisis del gráfico, se puede decir que la estrategia que no presenta ningún mantenimiento se comienzan a presentar peladuras a partir del año 12 de la construcción, en cambio las demás estrategias que presentan un mantenimiento periódico no presentan ningún porcentaje de grietas en los años de duración de la vía.



CUADRO N° 71

TRAMO I (TSB) AREA DE BACHES (%)

Administrador HDM - Deterioro

Nombre de la Corrida : B.CHICA - F.ESPERANZA T1

Fecha de la Corrida : 28/04/12

Nombre de la Carretera: B.CHICA - F.ESPERANZA T1

Primera Segunda Tercera Cuarta Quinta

Estrat. Estrat. Estrat. Estrat. Estrat.

Ano

Cale	Area	Area	Area	Area	Area
ndar	Bache	Bache	Bache	Bache	Bache
io	%	%	%	%	%

1	2012	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	2014	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	2015	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	2016	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2017	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	2018	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	2019	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



9	2020	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	2021	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	2022	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	2023	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	2024	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	2025	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	2026	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	2027	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	2028	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	2029	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	2030	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	2031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Primera Estrategia: ALTERNATIVA 1:BASE

Segunda Estrategia: ALTERNATIVA 2:TSB

Tercera Estrategia: ALTERNATIVA 3:TSB

Cuarta Estrategia: ALTERNATIVA 4:TSB

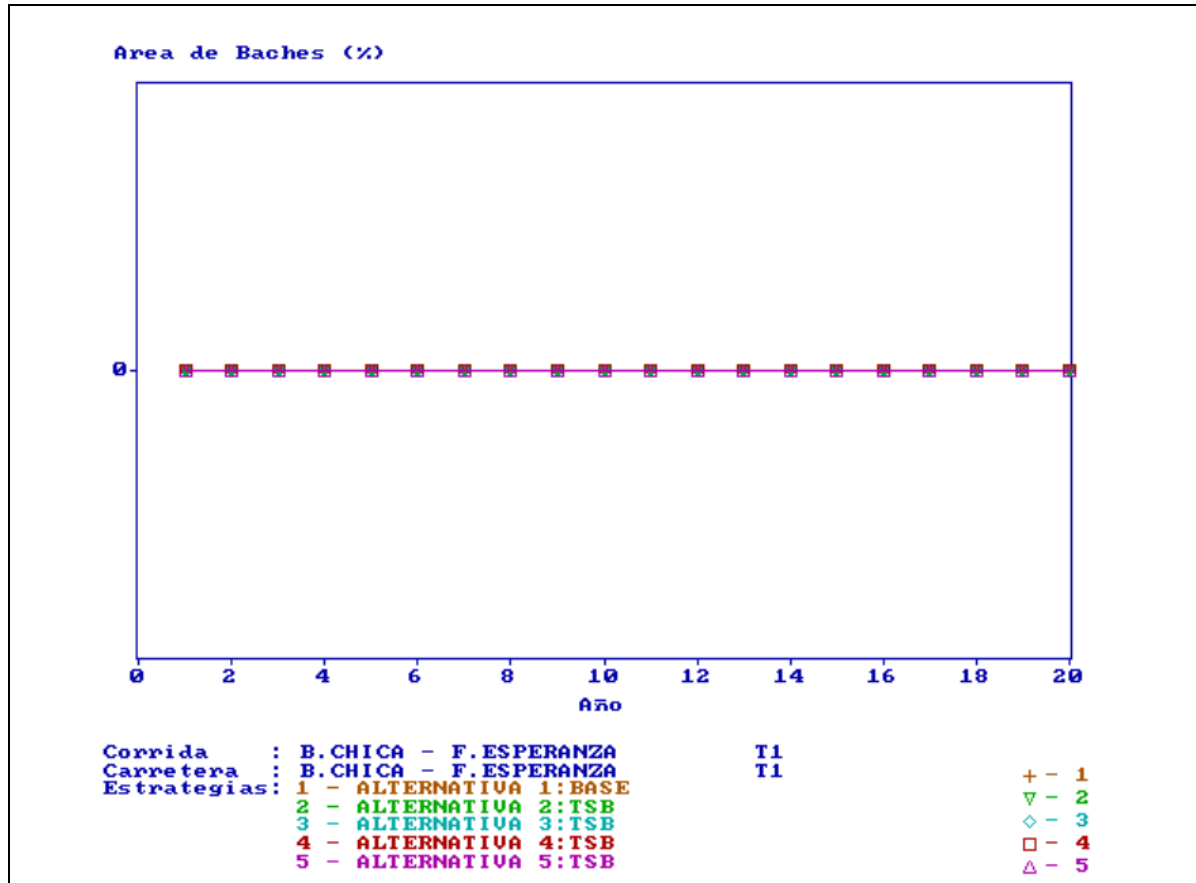
Quinta Estrategia: ALTERNATIVA 5:TSB

FUENTE: Procesamiento HDM III



GRAFICO N° 18

TRAMO I (TSB) AREA DE BACHES (%)



FUENTE: Procesamiento HDM III

Del análisis del gráfico, se puede decir que todas las estrategias no presentan ningún porcentaje de baches en los años de duración de la vía.

CUADRO N° 72

TRAMO I (TSB) RODERAS (mm)

Administrador HDM - Deterioro

Nombre de la Corrida : B.CHICA - F.ESPERANZA T1

Fecha de la Corrida : 28/04/12

Nombre de la Carretera: B.CHICA - F.ESPERANZA T1

Primera Segunda Tercera Cuarta Quinta

Estrat. Estrat. Estrat. Estrat. Estrat.

Año

Cale Rode Rode Rode Rode Rode

ndar ras ras ras ras ras

io mm mm mm mm mm

1	2012	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	2014	0.0	1.7	1.7	1.7	1.7
4	2015	0.0	1.9	1.9	1.9	1.9
5	2016	0.0	2.1	2.1	2.1	2.1
6	2017	0.0	2.2	2.2	2.2	2.2
7	2018	0.0	2.4	2.4	2.4	2.4



8	2019	0.0	2.5	2.5	2.5	2.5
9	2020	0.0	2.6	2.6	2.6	2.6
10	2021	0.0	2.7	2.7	2.7	0.4
11	2022	0.0	2.8	2.8	2.8	0.5
12	2023	0.0	2.8	2.8	2.8	0.6
13	2024	0.0	2.9	2.9	2.9	0.6
14	2025	0.0	3.0	3.0	3.0	0.7
15	2026	0.0	3.0	3.0	3.0	0.7
16	2027	0.0	3.1	3.1	3.1	0.8
17	2028	0.0	3.2	3.2	3.2	0.8
18	2029	0.0	3.2	3.2	0.5	0.8
19	2030	0.0	3.3	3.3	0.6	0.8
20	2031	0.0	3.5	3.3	0.7	0.9

Primera Estrategia: ALTERNATIVA 1:BASE

Segunda Estrategia: ALTERNATIVA 2:TSB

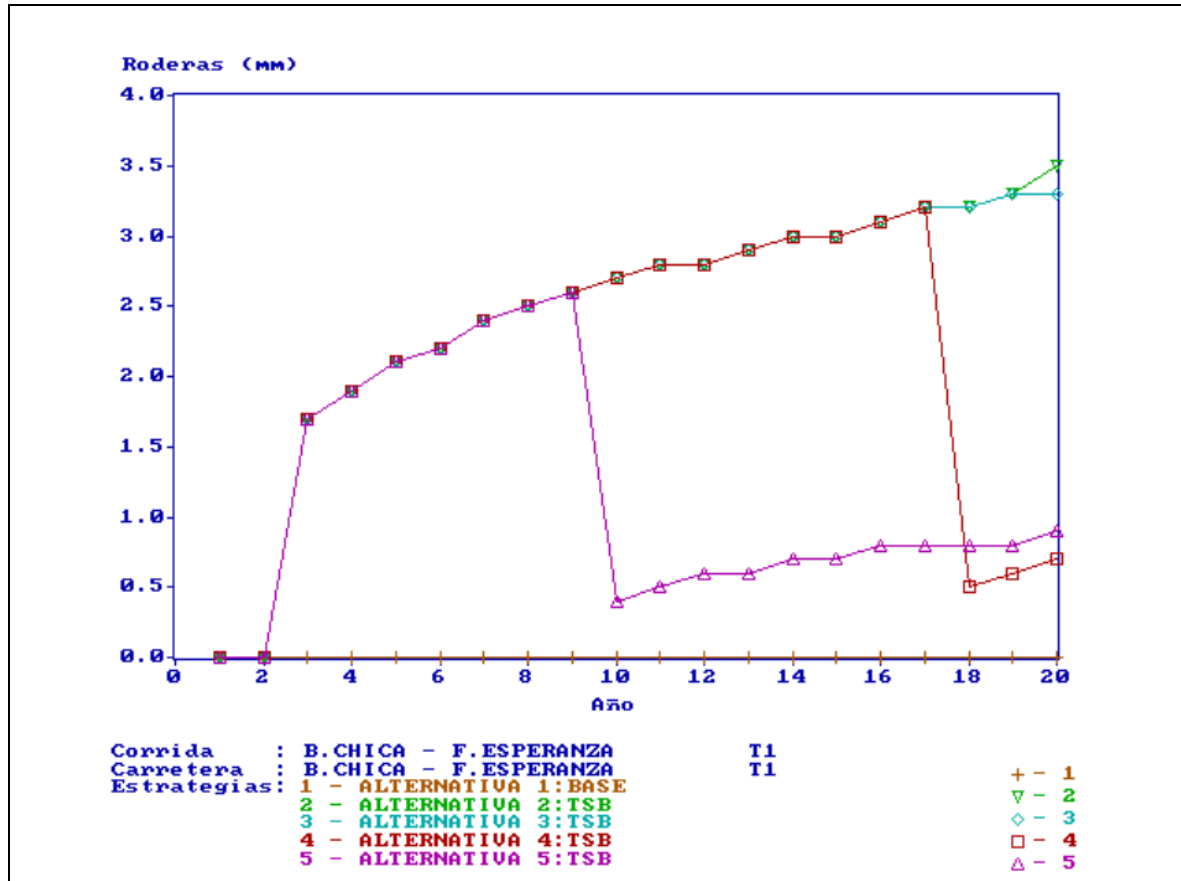
Tercera Estrategia: ALTERNATIVA 3:TSB

Cuarta Estrategia: ALTERNATIVA 4:TSB

Quinta Estrategia: ALTERNATIVA 5:TSB

GRAFICO N° 19

TRAMO I (TSB) RODERAS (mm)



FUENTE: Procesamiento HDM III

Del análisis del gráfico, se puede decir que todas las estrategias comienzan a presentar roderas a partir del año 2 de la construcción, pero las estrategia 4 y 5 que presenta un mantenimiento definido anteriormente podemos apreciar que tiene un mejoramiento en el año 18 y 10 respectivamente, las cuales podemos decir que son las estrategias que mejor se comportan para un buen mantenimiento de la vía.



CUADRO N° 73

TRAMO I (TSB) INDICE DE RUGOSIDAD (m/Km)

Administrador HDM - Deterioro

Nombre de la Corrida : B.CHICA - F.ESPERANZA T1

Fecha de la Corrida : 28/04/12

Nombre de la Carretera: B.CHICA - F.ESPERANZA T1

Primera Segunda Tercera Cuarta Quinta

Estrat. Estrat. Estrat. Estrat. Estrat.

Ano	Rugo	Rugo	Rugo	Rugo	Rugo
Cale	sidad	sidad	sidad	sidad	sidad
ndar	(IRI)	(IRI)	(IRI)	(IRI)	(IRI)
io	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km

1	2012	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1
2	2013	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4
3	2014	19.7	2.6	2.6	2.6	2.6
4	2015	17.1	2.7	2.7	2.7	2.7
5	2016	17.2	2.8	2.8	2.8	2.8
6	2017	17.2	2.9	2.9	2.9	2.9
7	2018	17.3	2.9	2.9	2.9	2.9



8	2019	17.4	3.0	3.0	3.0	3.0
9	2020	17.4	3.1	3.1	3.1	3.1
10	2021	17.5	3.1	3.1	3.1	2.1
11	2022	17.6	3.2	3.2	3.2	2.1
12	2023	17.6	3.3	3.3	3.3	2.2
13	2024	17.7	3.4	3.4	3.4	2.2
14	2025	17.8	3.5	3.5	3.5	2.3
15	2026	17.8	3.6	3.5	3.5	2.3
16	2027	17.9	3.7	3.6	3.6	2.4
17	2028	17.9	3.8	3.7	3.7	2.4
18	2029	18.0	4.0	3.8	2.2	2.5
19	2030	18.0	4.3	3.9	2.3	2.6
20	2031	18.1	4.5	4.0	2.3	2.6

Primera Estrategia: ALTERNATIVA 1:BASE

Segunda Estrategia: ALTERNATIVA 2:TSB

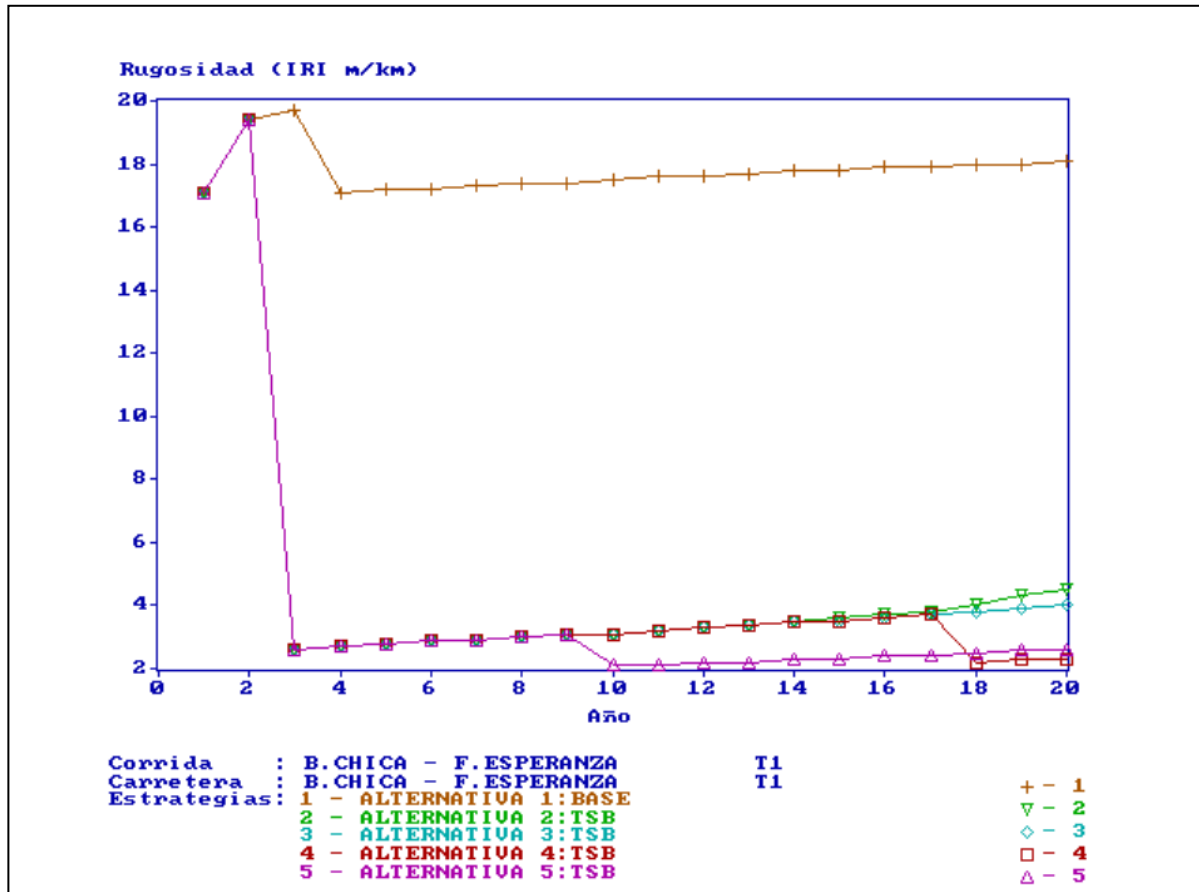
Tercera Estrategia: ALTERNATIVA 3:TSB

Cuarta Estrategia: ALTERNATIVA 4:TSB

Quinta Estrategia: ALTERNATIVA 5:TSB

GRAFICO N° 20

TRAMO I (TSB) INDICE DE RUGOSIDAD (m/Km)



FUENTE: Procesamiento HDM III

Del análisis del gráfico, se puede decir que la estrategia N° 01 se mantiene con una IRI muy alto ya que solo es una carpeta de base granular en cambio las demás estrategias mejoran a partir del año de construcción con un IRI de 2.5 pero nos damos cuenta que las estrategias N° 04 y N° 05 presenta un mejor IRI durante los 20 años debido al mantenimiento que se le da a la carpeta de rodadura con Tratamiento Superficial Bicapa.

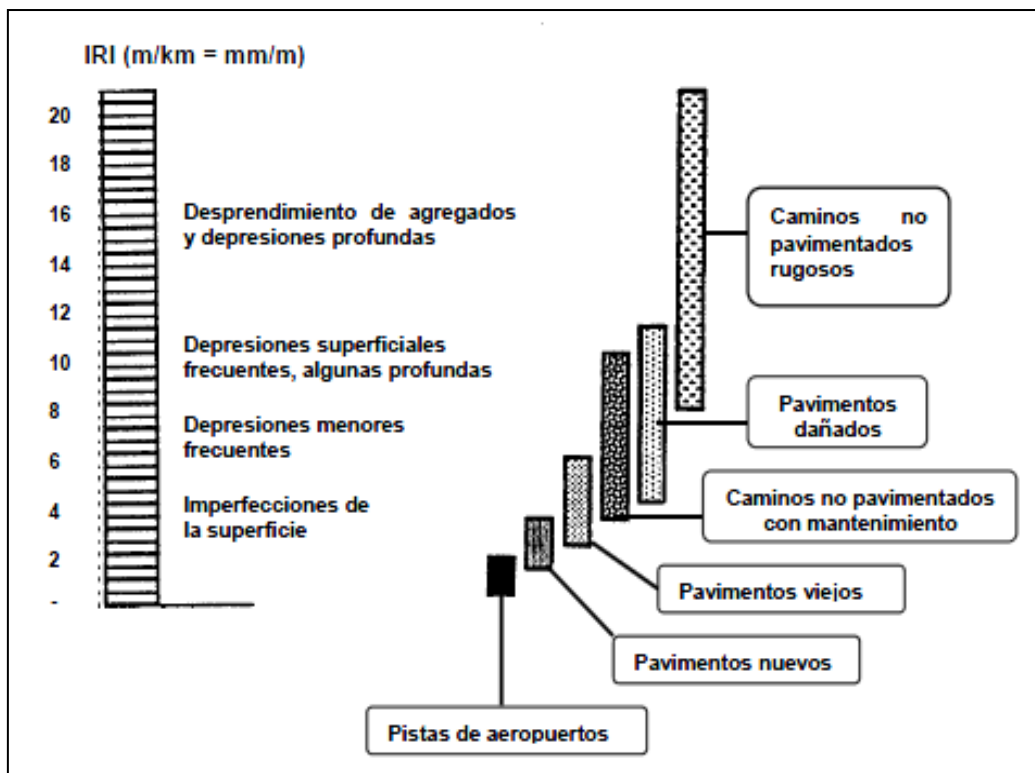
## 6.4 Evolución de la Condición de los Pavimentos

Con los datos obtenidos podemos evaluar la evolución de la condición de los pavimentos de la red vial ingresada. Este sistema se basa en el comportamiento en el tiempo de un indicador. Para el desarrollo del proyecto se escogió el índice IRI, el cuál justamente indica, la calidad de rodadura del pavimento. La variable IRI modelada en el proyecto es función de la irregularidad superficial, que a su vez es dependiente del desarrollo de los restantes tipos de deterioros modelados.

La condición de los pavimentos es determinada por una clasificación calificativa del estado. Las categorías de clasificación y los rangos del IRI que las delimitan son:

GRAFICO N° 21

ESCALA DE VALORES DEL IRI Y LAS CARACTERISTICAS DEL PAVIMENTO



FUENTE: Ministerio de Transporte y Comunicaciones





De los resultados, se puede notar que la configuración de la condición de los pavimentos difiere considerablemente entre los distintos escenarios presupuestarios.

Los pavimentos en estado regular, en tanto, muestran un descenso sistemático producido por un “estrangulamiento” tanto de los estados bueno y pobre. Esto se debería a que los pavimentos en que se ejecutaron tratamientos de rehabilitación presentarían buenas condiciones al final y los que no, por su parte, un gran deterioro que se los llevaría a los estados pobres.

Por lo tanto en el análisis de deterioro del Tramo I con Tratamientos Superficial Bicapa se puede identificar por los resultados obtenidos que la estrategia N° 05 es la mejor para el mantenimiento de la carpeta de rodadura.



# CAPÍTULO VII : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 7.1 Conclusiones

El Objetivo General del presente Trabajo de Título se cumplió cabalmente en el desarrollo del proyecto. Efectivamente, se pudo utilizar el sistema computacional HDM III para analizar estrategias de mantención y conservación de la carretera Bagua Chica – Flor de la Esperanza, así como, generar programas de construcción que fueran óptimos del punto de vista económico para variados escenarios presupuestarios.

Por lo tanto se ha identificado que la mejor alternativa del Proyecto entre Bagua Chica – Flor de la Esperanza es la alternativa N° 01 que tiene una carpeta de rodadura de Tratamiento Superficial Bicapa, con una distancia de 10.4 Km que nos muestra una Tasa de Interés de Retorno (13.50%) y con una estrategia de mantenimiento N° 05 que permite que la carretera se encuentre en buen estado durante los próximos 20 años.

De igual manera, fue posible alcanzar, en gran medida, los Objetivos Específicos planteados con anterioridad al desarrollo del proyecto. En cuanto a la recopilación de información, se tuvo una información completa acerca del estado y de las características históricas de los pavimentos. En los casos en que no se contó con la información exacta, los datos fueron estimados siguiendo los criterios que se consideraron oportunos. En los otros temas en que está sostenido el trabajo de Título, como lo son: el deterioro y conservación de pavimentos asfálticos, los modelos de deterioro del HDM III, se pudo obtener una amplia información y comprensión de los contenidos.

El objetivo de lograr la implementación de los modelos de deterioro del HDM III, se consiguió en el desarrollo del proyecto. En efecto, fueron creados el conjunto de variables, ecuaciones y condiciones que pudieron reproducir estos modelos y permitir que logran estimar el deterioro de los pavimentos en el tiempo.



Es importante destacar como otra característica positiva del uso del HDM III, la gran versatilidad de los reportes de resultados, junto con la ventaja de ser fácilmente exportables. Entre muchos otros más, el HDM III entrega tablas y gráficos referentes a programas de construcción, costos de los tratamientos, retornos de inversión, comportamiento de variables de deterioro, distribución de la condición de los pavimentos, evolución de variables medias de la red, distribución de kilómetros tratados, distribución de tráfico, lista de estrategias técnicamente viables, etc. Esto permite que se puedan estudiar variados aspectos que involucra la gestión vial, logrando así una completa visión del problema.

La rugosidad de un camino se ha convertido en uno de los factores que influyen de manera directa en los costos de operación de los vehículos, por ello fue necesario contar con una escala que permitiera correlacionar los valores dados por los diversos equipos existentes en el mundo para medición de rugosidad, por lo que se estableció el Índice Internacional de Rugosidad

En nuestro país no se cuenta con estándares de Índices de Rugosidad por lo tanto se toma valores referenciales de otros países debido a esto es necesario implantar el Índice Internacional de Rugosidad para una mejor evaluación del estado superficial de los pavimentos. Conviene dejar de evaluar subjetivamente las carreteras con el Índice de Servicio Actual para ello en nuestro país se cuenta con el equipo automatizado necesario para empezar a obtener el Índice Internacional de Rugosidad en la red nacional de carreteras.

Los sistemas de gestión de pavimentos se relacionan de manera directa con el HDM III, de tal forma que éste actúa como una herramienta para la integración y organización de los datos provenientes del estudio de campo, para luego definir el tipo de intervención económica, a fin de mejorar los niveles de servicio del pavimento partiendo de estrategias planteadas por los proyectistas.



El HDM III está configurado por una base matemática que combina modelos de deterioro como extrapolación lineal, regresión y probabilidad para representar la evolución del estado del pavimento en el tiempo.

Debido al complejo sistema del HDM III es necesario definir un procedimiento de calibración antes de poder utilizar completamente el sistema, para obtener un modelo de predicción ajustado que ofrezca estimaciones realistas y confiables para establecer planes de conservación vial que tiendan a optimizar los recursos disponibles y minimizar los costos de operación de la carretera.

La aplicación del HDM III a un proyecto de carreteras se basa en el análisis de estrategia, programa y proyecto que en su conjunto predicen las necesidades de la red, definen la asignación de trabajos prioritarios para crear un programa de obras de uno o más años, los cuales estiman la viabilidad económica de las alternativas de inversión.

Para la evaluación técnica de un proyecto de carreteras el HDM III involucra los costos del sistema de transporte y los costos asociados con el camino, necesita datos técnicos que se extraen de inventarios viales, conteos de tránsito, evaluaciones del estado del pavimento y factores climáticos.

La evaluación económica se determina por indicadores de rentabilidad como la TIR, VAN y B/C. Los cuales definen la viabilidad de un proyecto siempre que estos cumplan con los parámetros de calificación impuestos por la agencia de carreteras.

Entre los conceptos importantes para la evaluación económica se define el análisis de sensibilidad, ya que este proporciona una justificación de la inversión en condiciones holgadas de costos, condiciones reducidas de beneficios y ambas condiciones integradas para cumplir con los parámetros de calificación y así tener certeza que la inversión elegida sea la más óptima. Esto es analizado por el HDM III.

El HDM III proporciona una herramienta poderosa para la toma de decisiones, sobre las alternativas de inversión de un proyecto de carreteras. El personal de una agencia de carreteras es el encargado de definir cuál será la inversión o estrategia más



favorable de acuerdo a la realidad de la agencia y a las necesidades de la red considerada.

En conclusión damos a conocer que la evaluación mostrada en la Tesis es una aplicación satisfactoria para el proyecto de construcción de la carretera Bagua Chica – Flor de la Esperanza.

## **7.2 Recomendaciones**

Como se pudo observar anteriormente, el objetivo del presente trabajo fue poder plasmar, lo más elocuentemente posible, los distintos aspectos del proyecto desarrollado en el Trabajo de Título.

Es necesario aclarar que el proyecto desarrollado es una aplicación de la implementación de los modelos de deterioro del HDM III, que busca un avance para el país en la utilización de sistemas computacionales como apoyo a la gestión vial. Para poder lograr una utilidad real es necesario pulir ciertos criterios, validar la información de la red en estudio y realizar algunas pruebas en terreno. No obstante, el proyecto desarrollado puede ser utilizado como una base para alcanzar estos propósitos.

Es aconsejable seguir desarrollando aplicaciones que sean cada vez más realistas, para lo cual los datos ingresados deben ser cada vez más fidedignos. Por esta razón, es necesario que el país adopte la política de desarrollar inventarios viales de mayor confianza con alguna periodicidad, debido a que, según la opinión de varios expertos en el tema, los que se cuenta hoy en día, son útiles para formar una impresión general pero carecen de la adecuada rigurosidad.

Es indispensable determinar un único procedimiento para la administración y gestión de una red de pavimentos, asistido por una herramienta como el HDM III, que sea fácil y accesible para usuarios de agencias de carreteras.

La optimización de los recursos del estado es urgente para la conservación de nuestras carreteras, debido a que carreteras con un buen nivel de servicio estimulan la actividad económica del país, una mejor integración nacional y una reducción en los costos de los usuarios.



Debido a que la construcción de una carretera supera el costo de una escuela o un centro de salud, es importante cuidar cada centavo del presupuesto de inversión.

La implementación del HDM III favorece la macroeconomía del país, debido a que el mercado interno y externo necesita una infraestructura vial eficiente, capaz y segura para facilitar el intercambio de servicios.

Es necesario invertir en la investigación de modelos de deterioro de pavimentos confiables y auto sostenibles, que proveen la certeza necesaria para la toma de decisiones.

Finalmente, se cree que es posible mencionar que el desarrollo del proyecto del presente Trabajo de Título será un gran aporte en la utilización de herramientas más modernas, con el fin de lograr, que la gestión de los recursos destinados para la mantención y conservación de caminos de las redes viales sea más eficiente, y se pueda aprovechar así mejor, los escasos recursos con que cuenta un país en vías de desarrollo como el Perú.



## BIBLIOGRAFIA

### Referencias Bibliográficas

Manheim, M. L. (1979).

Fundamentals of Transportation Systems Analysis

Valle Rodas, Raúl.

Carreteras, Calles y Aeropistas

Schiesler, A. (1992).

Caminos: Un Nuevo Enfoque para la Gestión

Hass, R. (1993).

Modern Pavement Management

Kovacevic, A. (1990).

Sistemas de Información, Conceptos e Implicancias para la Empresa

De Solminihac, Hernán (1998)

Gestión de Infraestructura Vial

TNM Limited S.A. (2005)

Informe del Servicio de Consultoría para el Inventario, Valorización y

Monumentación de la Red Vial Nacional Asfaltada

Ministerio de Transportes del Perú MTC (2001)

Reglamento Nac. De Vehículos, Decreto supremo N 034-2001-MTC

Archondo C., Rodrigo.

Hoja para Cálculo de ESALF

Minaya, S. y Ordoñez, A.

Diseño Moderno de Pavimentos

AASTHO (1993)

Guide for Design of Pavement Structures

Ministerio de Obras Públicas de El Salvador.

Determinación del Índice de Regularidad Internacional IRI

Bustos, Marcelo. UNSJ

Gestión de Pavimentos



Alpha Consult S.A.

Proyecto de Factibilidad de la Carretera “El Reposo – Zaramiriza”

In – Extec Ltda..

Reporte Noviembre – Diciembre 2003

Ortiz, Javier A.

Evaluación y Diagnóstico Estructural de Pavimentos

Solminihac, Hernán (2005)

Calibración del HDM-4 mediante el método de las ventanas

Solorio Murillo, Ricardo (2004)

Análisis de Sensibilidad de lo Modelos de Deterioro del HDM-4

Pavimentos Flexibles

BCOM (2003)

Manual de Usuario del Route 2000

PIARC (2004)

Manual de Usuario del HDM-3

CRV5 (2007)

Manual de Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad

Interurbana, Ministerio de Economía y Finanzas, 10-2000.

Libro Proyectos de Inversión.

Autor. Ing. Arturo Velásquez Jara

Referencias de Internet

<http://es.wiktionary.org/wiki/nomograma>

[www.mtc.gob.pe/portal/logypro/logros.htm](http://www.mtc.gob.pe/portal/logypro/logros.htm)

[www.dynatest.com](http://www.dynatest.com)

[www.piarc.org](http://www.piarc.org)

[www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

[www.camineros.com](http://www.camineros.com)

[www.aepo.com](http://www.aepo.com)

<http://www.fhwa.dot.gov>

[www.arrb.au](http://www.arrb.au)