

El HDM-4 Versión 2.08 (nueva versión) y su implementación y aplicación en proyectos de Infraestructura vial

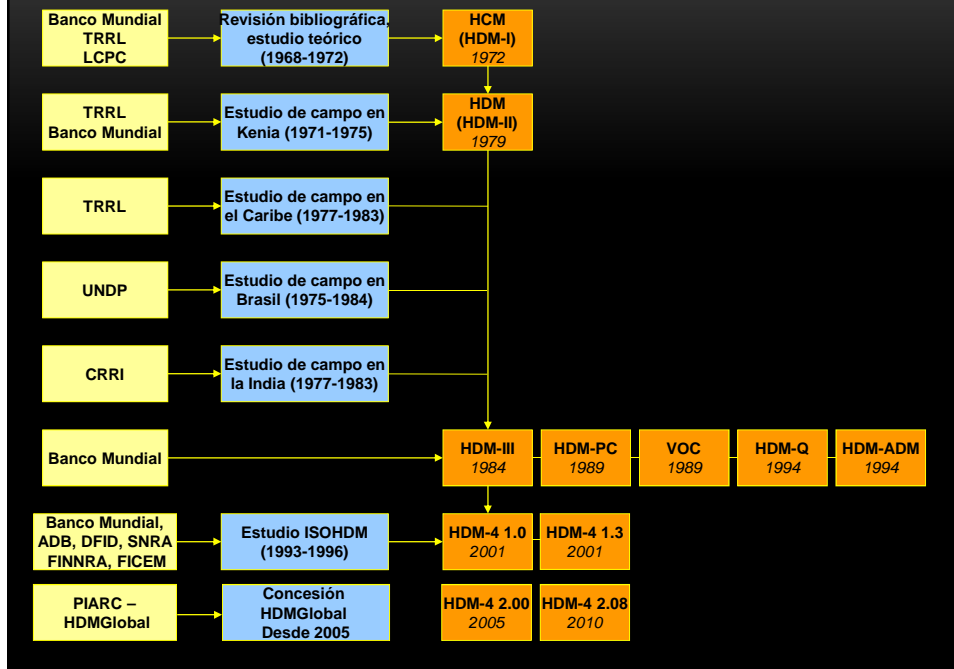
Conferencista:
Ing. Mauricio Salgado Torres M.Sc.

San Salvador, El Salvador
Abril de 2011

CONTENIDO DE LA CONFERENCIA

- Concepto y Estructura general del HDM-4
- Relación entre los componentes del HDM-4
- Diferencias generales del HDM-4 Versión 2.08 respecto de versiones anteriores
- Requisitos para una adecuada implementación del sistema
- Recomendaciones para el uso e implementación del HDM-4

DESARROLLO HISTÓRICO DEL MODELO HDM



HDMGLOBAL
HDM-4 Version 2

Inicio / Acerca de HDMGLOBAL

- Inicio
- Acerca de HDMGlobal
- Presencial
 - HDM-4 Versión 2
 - Concesión
- Solo Firm
- Servicio
 - Reserva Técnica
 - Soporte
 - Comentarios
 - Preparación
 - Procedimientos
 - Actualizaciones del Software
 - Descargas Gratuitas
 - Oversoluciones
- Noticias
- Carros y Eventos
- Contáctanos
- Trabaja con Nosotros
- Reservar un sitio

HDMGLOBAL es un consorcio internacional conformado por organizaciones académicas y empresas consultoras que han formado una sociedad para la administración del HCM-4. La concesión por cinco años fue otorgada por la FIDUC y comenzó a regir a partir del mes de Julio del 2005 con los derechos exclusivos para su distribución.

El consorcio tiene como socio de operaciones el Highway Management Research Group, con base en el Reino Unido, y está conformado por la asociación de la **Universidad de Birmingham**, en asociación con **Alfons y Scott Wilson**, **TBL Ltd** (miembro del grupo **Urbis**), **AGRS Transport Research Unit** de Australia, **ENPC** y **Sothrasville** de Francia, y el **ICM** de Chile, con apoyo presupuestal de complementos con organizaciones asociadas como **HPO** de España y el **TRC** de Bangladesh y estrechamente relacionadas con el **CRRI** de India, **HRU** de la República Popular China, el **ITDRI** de Pakistán, y el **Tanaman Technology Transfer Centre**.

La concesión incluye que el Consorcio deberá ofrecer lo siguiente:

- Apoyar a los usuarios y otros usuarios de software licencias para los usuarios usuarios de HCM-4 Versión 1.2 y para los nuevos usuarios de la Versión 2
- Desarrolla y administrado del sitio web de HCM-4, incluyendo una base de datos sobre preguntas de los usuarios y respuestas
- Organización de las ventas del software HCM-4 y la documentación, a través de todo el mundo.
- Operación de un club de usuarios de HCM-4 para facilitar los contactos, la retroalimentación derivada de las aplicaciones, etc.
- Organización de un sistema de cursos de capacitación para HCM-4
- Reentrenamiento de la protección del software contra copias ilegales y piratería del software
- Protección periódica de versiones actualizadas, incluyendo las acciones correctivas y las mejoras definitivas a través de la retroalimentación proporcionada por los usuarios
- Actualización regular de la documentación de HCM-4 en tres idiomas: Inglés, Francés y Español.
- Promover activamente la difusión de HCM-4 via Internet, artículos, participación en conferencias y cursos de capacitación

El consorcio deberá informar a un Comité examinador designado por el PIARC y demostrar el cumplimiento de los requisitos exigidos por la concesión, en especial la calidad de servicio a los usuarios.

arob | Universidad de Birmingham | TBL | ENPC | Sothrasville | ICM | HRU | ITDRI | Tanaman Technology Transfer Centre | **ATKINS**

HDM – 4 ????



HDM-4: Modelo de desarrollo y gestión de carreteras (Highway Development and Management model).

Es un conjunto de herramientas que facilitan la **toma de decisiones** a partir del análisis y optimización de inversiones destinadas al mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción de carreteras, que puede ser utilizada para **evaluar, en términos técnicos y económicos, proyectos, programas y políticas de conservación.**



HDM – 4

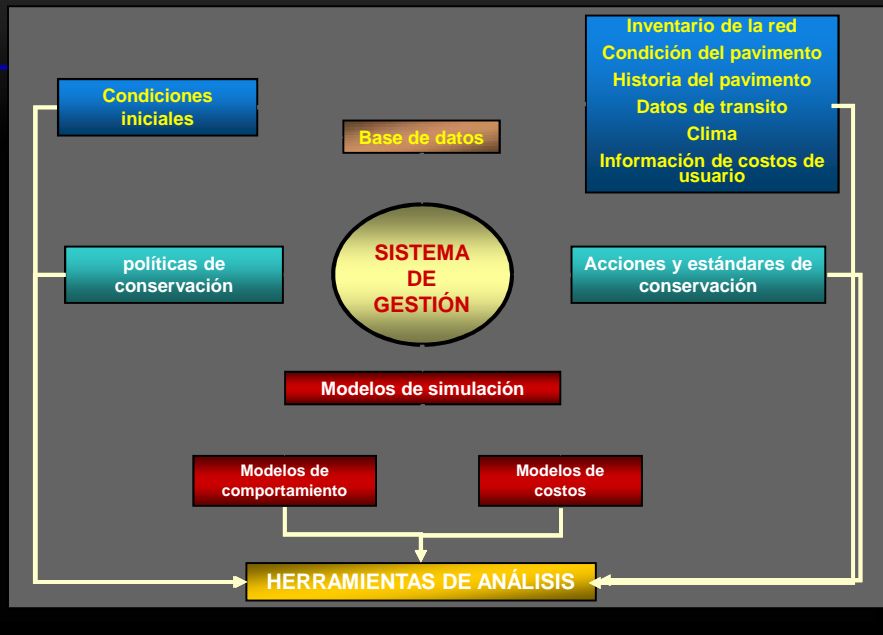


HDM-4: Modelo de desarrollo y gestión de carreteras (Highway Development and Management model).

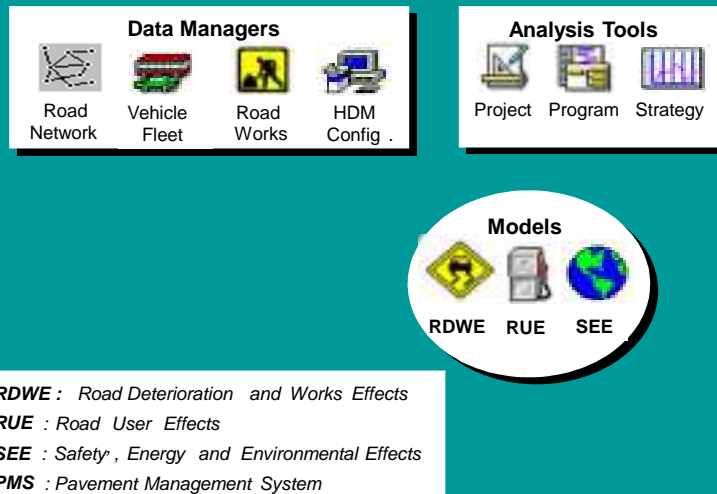
Es una herramienta de gestión de pavimentos pensada y diseñada para la gestión de red, pero que sabiendo como hacerlo es posible sacarle provecho a nivel de proyecto

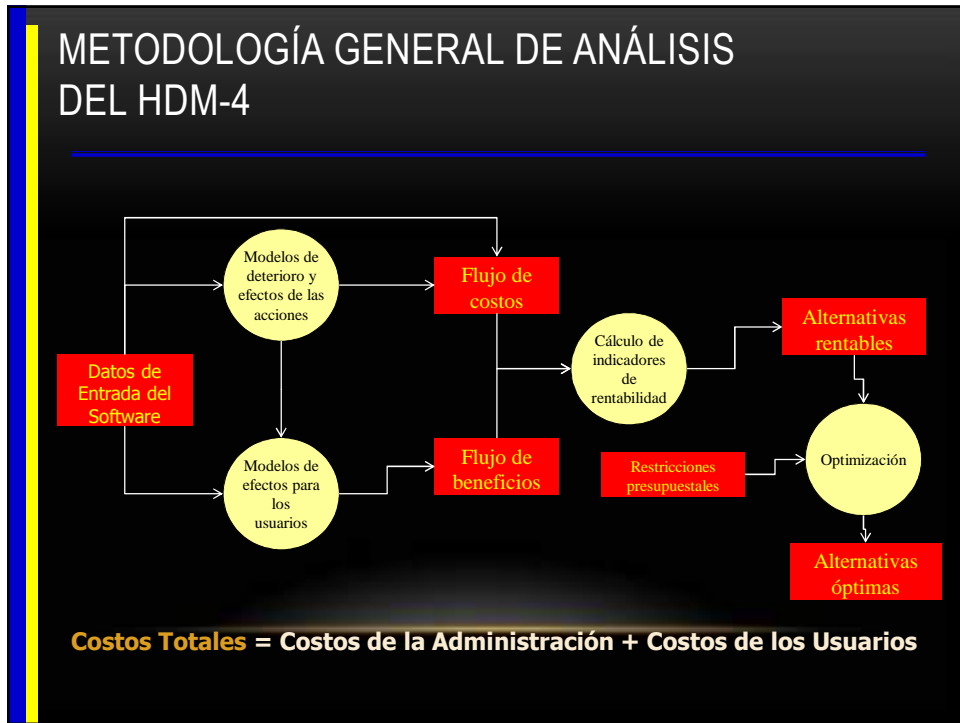
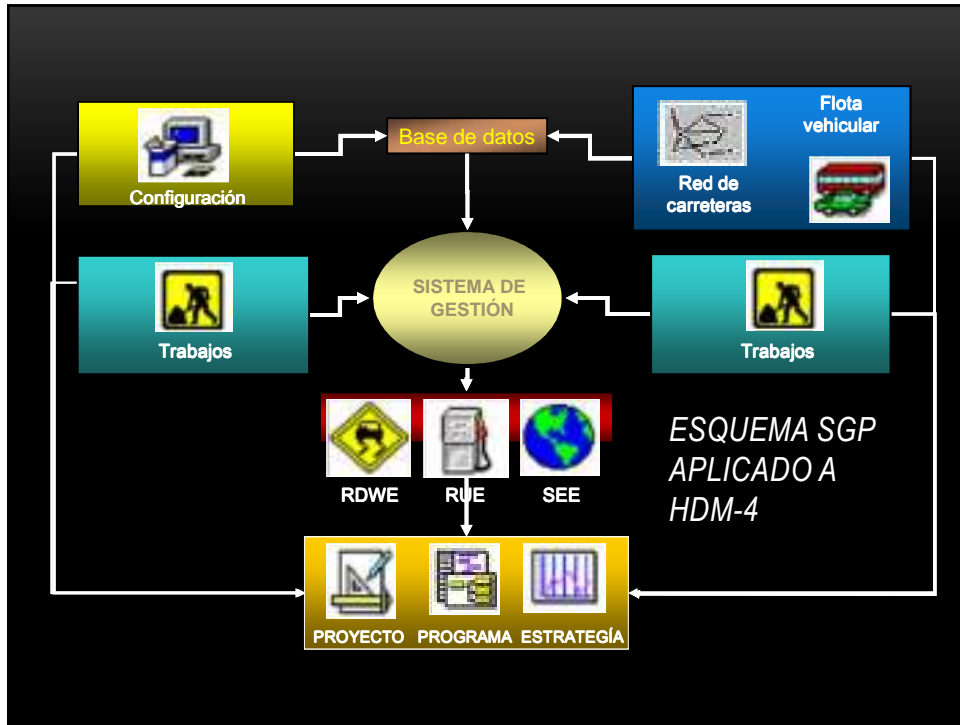


ESQUEMA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE PAVIMENTOS



Arquitectura del sistema HDM4





PROCESOS DE GESTIÓN

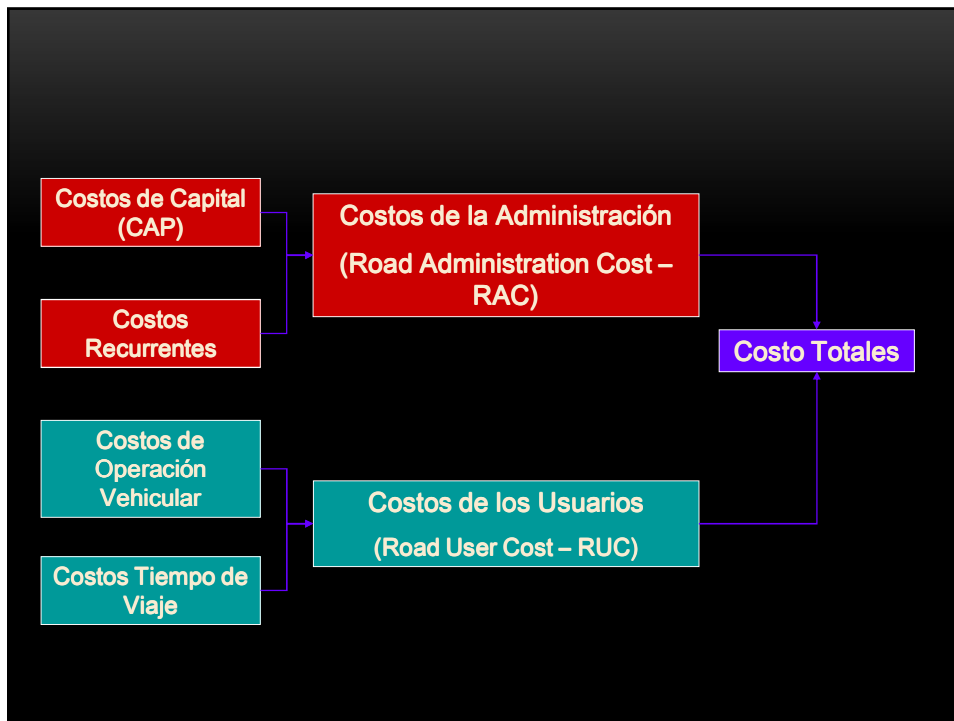
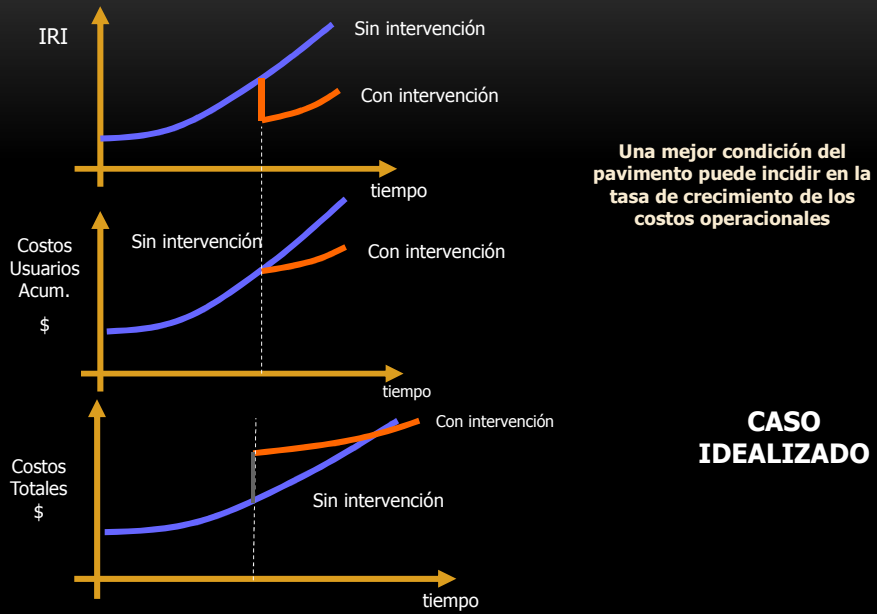
Actividad	Horizonte temporal	Personal responsable	Cobertura espacial	Detalle de los datos
Planeación	Largo plazo (estratégica)	Alta dirección	Toda la red	Muy general
Programación	Mediano plazo (táctica)	Mandos Medios	Red analizada	↓
Preparación	Año del presupuesto	Mandos Medios	Tramos	
Operación	Muy corto plazo	Personal operativo	Sectores	Detallado

ESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN

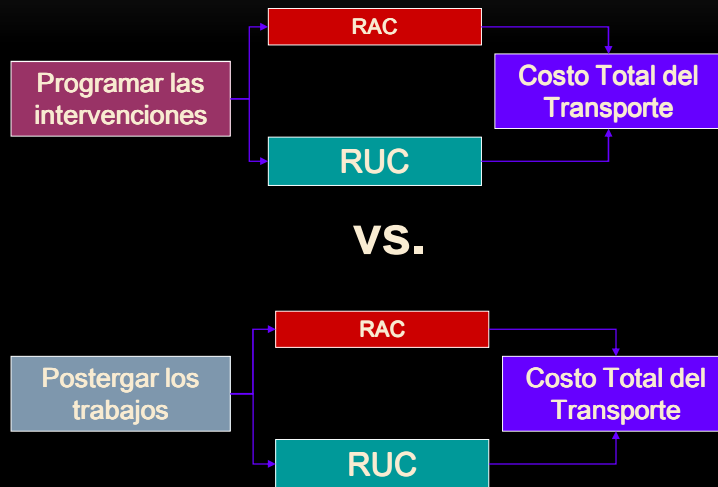


- Inventario de infraestructura
- Datos del tránsito
- Indicadores de los niveles de servicio
- Información del entorno
- Historial de reparaciones
- Catálogo de obras

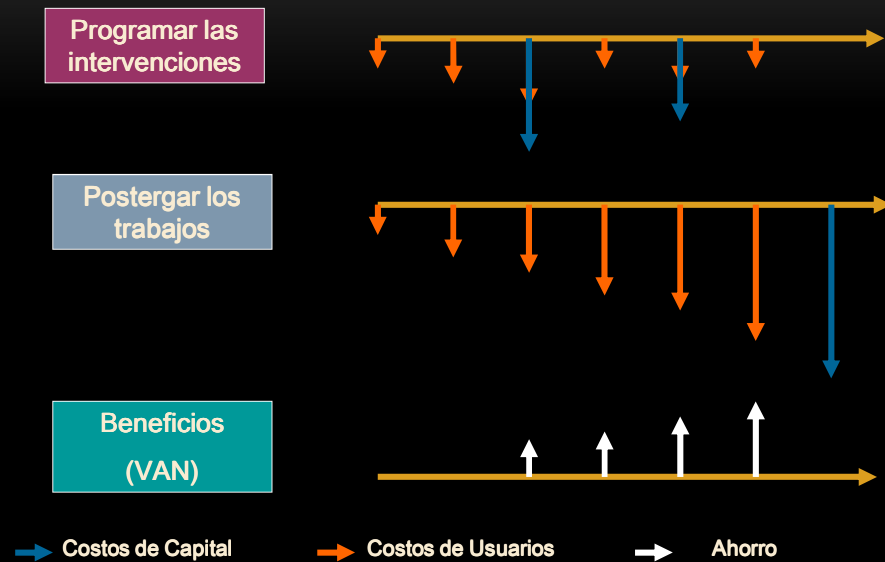
IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES SOBRE LOS COSTOS



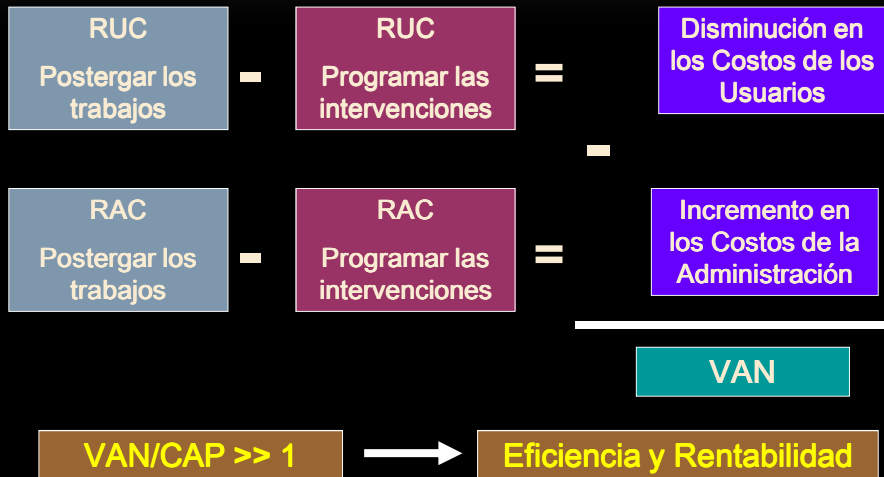
COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS



EVALUACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS DE LA CONSERVACIÓN



COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS



H D M - 4
HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Versión 2
Herramienta para el análisis de opciones de inversión en carreteras

Copyright © 2005 Asociación Mundial de Carreteras (AIPCR/PIARC), París, por los patrocinadores del ISDHDM. Todos los derechos reservados.

Association mondiale de la Route
AIPCR
PIARC
World Road Association

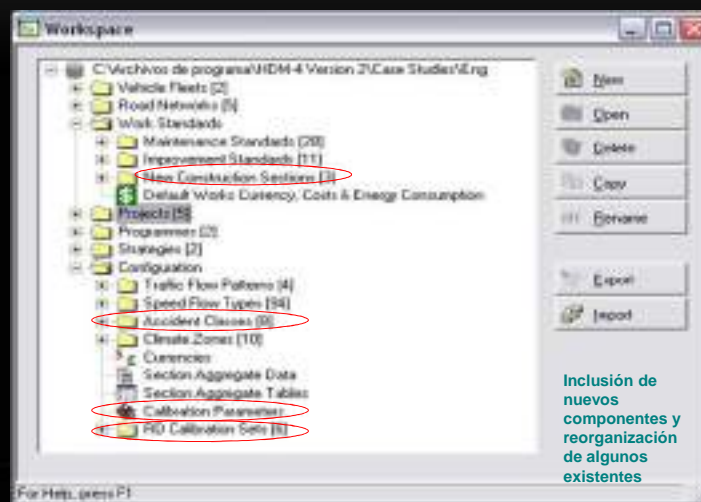
ID. del producto: 401007
Tipo de Licencia: Versión completa - Licencia única
Versión: 2.08

Novedades de la Versión 2.08 del HDM-4

PRINCIPALES NOVEDADES DE LA VERSIÓN 2.08 DEL HDM-4

- Nuevos componentes en la estructura del Workspace.
- Modificaciones en la forma de presentación de algunas ventanas de la configuración.
- Inclusión en la configuración de módulos dedicados a la calibración.
- Inclusión de las tasas de crecimiento en la flota vehicular.
- Modificaciones en la forma de alimentar la información de la red de carreteras.
- Asignación del tránsito y composición de este en cada tramo de la red de carreteras.
- En la definición de tamos en la red de carretera se incorporan conceptos para evaluación de activos.
- En la definición de estándares de mantenimiento se pueden definir ahora varios criterios relacionados por Y y O.
- Se incorporan para los estándares de mantenimiento y de mejoramiento conceptos asociados con a evaluación de activos.
- Se modifica la estructura de las ventanas de las herramientas de análisis.
- Se incorpora el análisis de sensibilidad y el análisis multicriterio en el análisis por proyecto.
- En los Programas y las Estrategias se puede ahora optimizar varios escenarios de restricción presupuestaria.

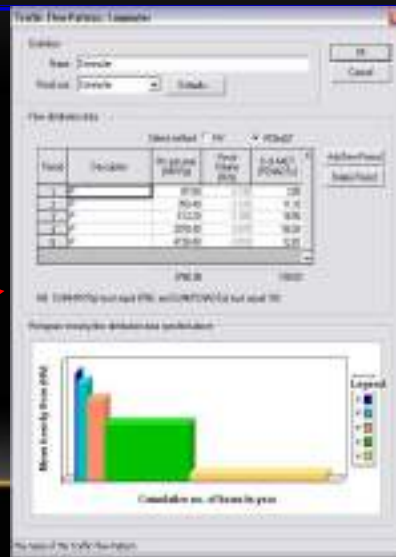
COMPOSICIÓN DEL WORKSPACE



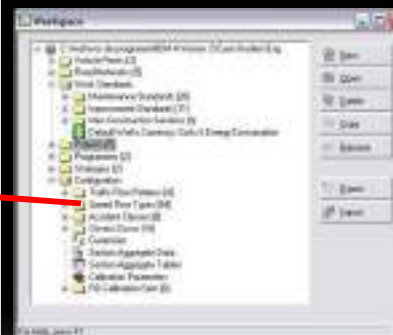
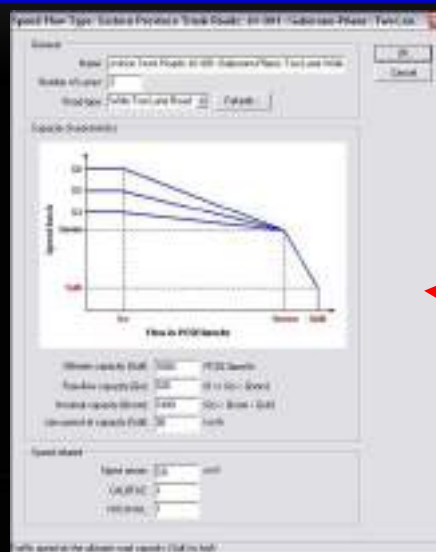
Inclusión de nuevos componentes y reorganización de algunos existentes

CONFIGURACIÓN MODELO DE TRÁNSITO

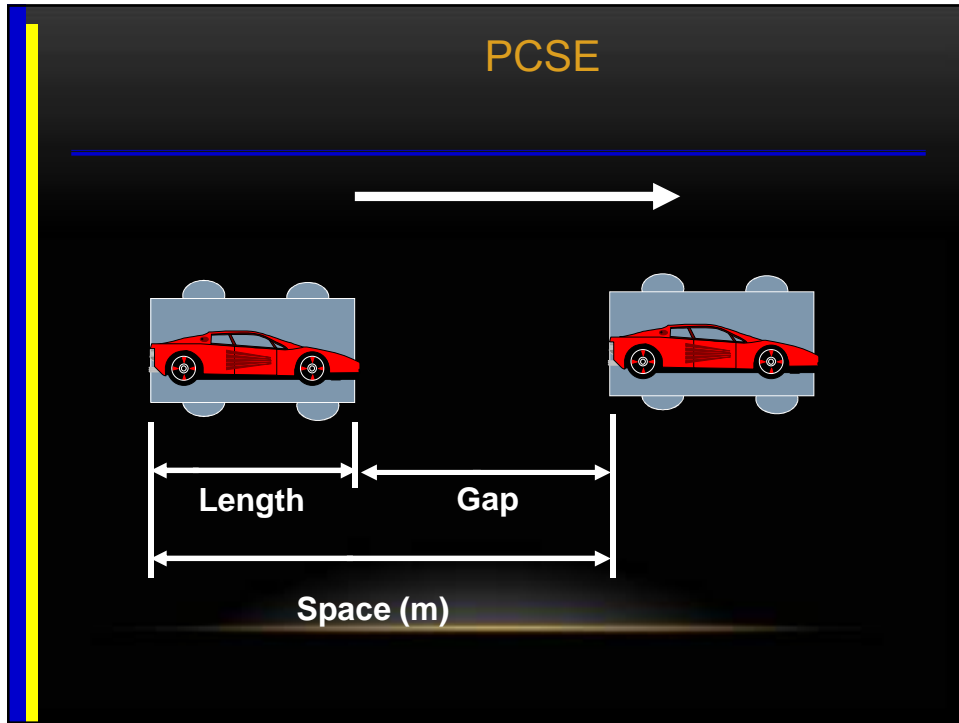
Presentación
Gráfica que se
ajusta según el
modelo de tráfico
seleccionado



CONFIGURACIÓN RELACIONES DE FLUJO Y VELOCIDAD



Inclusión de gráfico explicativo
de los parámetros empleados



CONFIGURACIÓN CLASE DE ACCIDENTE

The screenshot shows a software interface with a tree view on the left and a configuration dialog box on the right. The tree view includes folders like 'Vehicle Fleet', 'Road Network', 'Maintenance Standards', 'Opponent Standards', 'Risk Calculation Classes', 'Default Vehicle Category', 'Placements', 'Stages', 'Configurations', 'Traffic Flow Patterns', 'Speed Flow Types', 'Accident Classes', and 'Climate Zones'. A red arrow points from the 'Accident Classes' folder in the tree to the 'Accident Class: Two Lane Wld' dialog box. The dialog box has a 'Name' field containing 'TwoLaneWld', a 'Fatal' checkbox, and a 'Storage' dropdown menu. A text box below the dialog says 'The name of the Accident Class'.

Se independiza el concepto de Clasificación de Accidentes

CONFIGURACIÓN PARÁMETROS DE CALIBRACIÓN

Fast Detection

Work detection threshold for plastic flow effects: 100 %

Detection threshold for plastic flow effects: 30 %

Max. threshold of out-siding for plastic flow effects: 100 %

Work Effects

Area of work detection threshold for trigger the patching: 70 %

% of work detection threshold for trigger the patching: 10 %

Area of response if out-siding for trigger the patching: 10 %

% of response threshold for trigger the patching: 70 %

Preparation/Work-Activity	Effect	Effect
Worked Limits	Worked Limits Only	Nothing
Typical Thermal Cracking	Seal	Nothing
Edge Break	Repair	Nothing
Potholes	Patch	Nothing

Buttons: Fix to Default, Apply, Cancel, OK

Workpace

Tree view showing project structure with a red arrow pointing to the 'Workpace Calibration Parameters' folder.

Se define desde la Configuración un conjunto de parámetros que delimitan el peso de ciertos parámetros en el deterioro y en el efecto de los trabajos

CONFIGURACIÓN SET DE CALIBRACIÓN - RD

RD Calibration Set - Concrete Pavement: Trunk Road

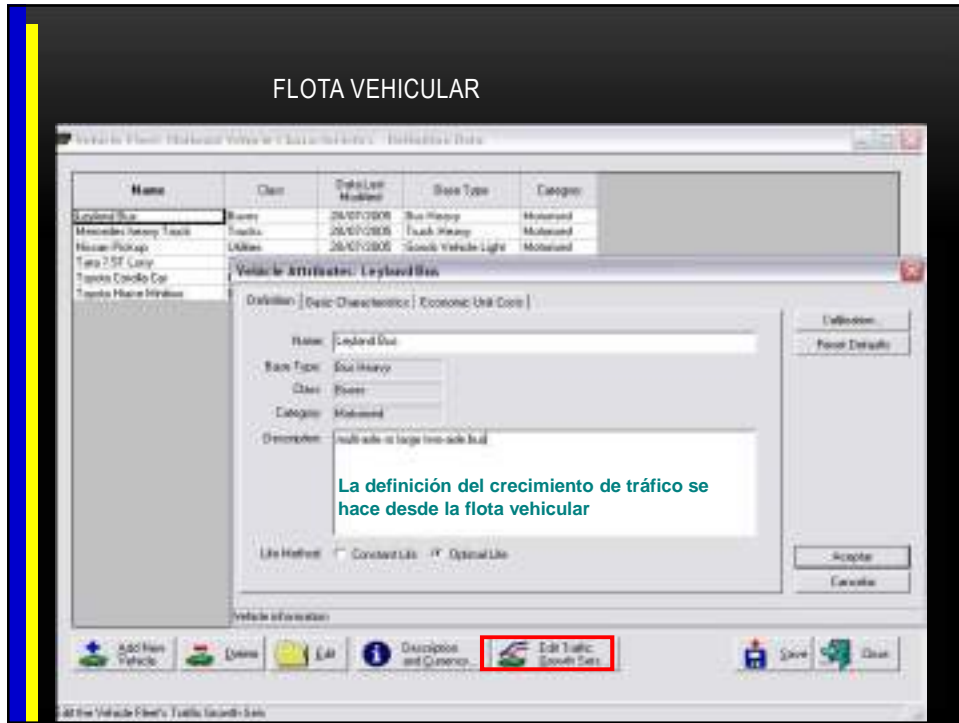
Buttons: Fix to Default, Apply, Cancel, OK

Item ID	Parameter Type	Calibration Method	CDO
RD001	Asphalt Mix on Granular Base	Asphalt Concrete	0.95
RD002	Asphalt Mix on Granular Base	Asphalt Concrete	0.95
RD003	Asphalt Mix on Granular Base	Asphalt Concrete	1.00
RD004	Surface Treatment on Surface	Single Bituminous Surface Dress	0.75
RD005	Surface Treatment on Surface	Single Bituminous Surface Dress	0.75
RD006	Surface Treatment on Surface	Single Bituminous Surface Dress	0.75
RD007	Asphalt Mix on Granular Base	Asphalt Concrete	0.75
RD008	Asphalt Mix on Granular Base	Asphalt Concrete	0.75

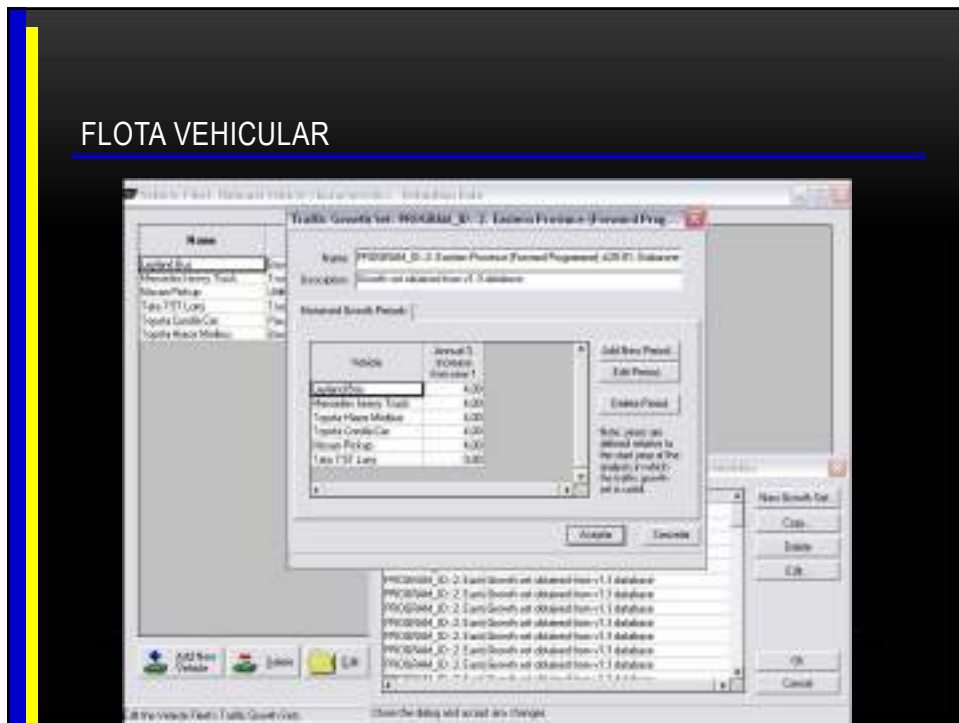
Buttons: Fix to Default, Apply, Cancel, OK

Ahora desde a configuración se pueden crear y definir set de calibración para los modelos de deterioro.

FLOTA VEHICULAR



FLOTA VEHICULAR



RED DE CARRETERAS

Al crear una Red de Carreteras nueva se debe definir la flota vehicular asociada y el set de calibración correspondiente

RED DE CARRETERAS

El usuario a través del info puede a una red existente cambiar o editar la flota o el set de calibración asignado o algunos parámetros de evaluación como la moneda o el IRI terminal

RED DE CARRETERAS

La definición de nuevos tramos es similar a la versión anterior

A pesar de haber asignado un set de calibración para la red cada tramo puede manejar su propio set de calibración si se requiere

RED DE CARRETERAS

En la definición de tramos se incluye la definición de tráfico motorizado y la evaluación de activos

ASPECTOS A DEFINIR EN UNA SECCIÓN NUEVA

- Nombre y codificación.
- Condiciones de flujo y velocidad.
- Modelo de tráfico.
- Zona Climática.
- Clase de Carretera.
- Nivel de tráfico.
- Tipo de geometría.
- Tipo de pavimento y características cualitativas del mismo.

TRAMOS

Tipo de Pavimento

Flexible

Rígido

Clima

Cálido

Frío

Volumen de Tránsito

Bajo

Alto

Suelo de Fundación

CBR1

CBR2

Tramo 1

Tramo 2

Tramo 3

Tramo 4

Tramo 5

ASPECTOS RELACIONADOS CON LA DEFINICIÓN DEL TRAMO

- Características de la Vía.
 - Longitud.
 - Ancho de calzada.
 - Ancho de bermas.
 - Número de carriles.
- Tránsito.
 - Motorizado y no motorizado (TMDA).
 - Año del dato de TMDA.
 - Dirección del Flujo



DEFINICIÓN

Definición [Geometría | Planimetría | Carreteras | Otros | Tránsito motorizado | Tránsito no motorizado | Visualización de acciones]

Nombre: <input type="text" value="Sección E"/>	Tipo de velocidad: <input type="text" value="Two Lane Standard"/>
ID: <input type="text" value="Dist E"/>	Módulo de tránsito: <input type="text" value="Commutar"/>
Nombre de la ruta: <input type="text" value="Trunk link"/>	Clase de accidente: <input type="text" value="Two Lane Standard"/>
ID de enlace: <input type="text" value="TL-E"/>	Zona climática: <input type="text" value="Subtropical-Hot Sub-Humid"/>
Longitud: <input type="text" value="1"/> km	Tipo de carretera: <input type="text" value="Primary or Trunk"/>
Ancho de calzada: <input type="text" value="7.5"/> m	Serie de calificación: <input type="text" value="Western Province"/>
Ancho de aceras: <input type="text" value="1"/> m	Año de muestreo: <input type="text" value="Sección E"/>
Dirección del flujo: <input type="text" value="Una carril"/>	
Clase de superficie: <input type="text" value="Asfalto"/>	

Resumen del juego de calificación seleccionado:

Tipo de pavimento: <input type="text" value="Asfalto asfáltico sobre base granular"/>
Resistencia superficial: <input type="text" value="Commutar asfalto"/>

Nombre del tramo

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS BÁSICOS

- Ascensos y descensos.
- Curvatura horizontal.
- Limite de velocidad.
- Altitud.
- Tipo de drenaje.

Ascensos y descensos:	1	m/100m
No. de ascensos y descensos:	1	m/100m
Velocidad:	1	km/h
Curvatura horizontal promedio:	1	deg/100m
Altitud:	1	m
Limite de velocidad:	100	km/h
Cumplimiento del limite de velocidad:	1	%
Velocidad:	100	km/h



TIPOS DE PAVIMENTOS

- **Vías pavimentadas con productos bituminosos.**
 - Mezclas asfálticas.
 - Tratamientos superficiales.
- **Vías pavimentadas con hormigón.**
 - Concreto simple con juntas con o sin transferencia de carga (JPCP).
 - Concreto reforzado con juntas (JRCP).
 - Concreto reforzado continuo (CRCP).
- **Vías en tierra o destapadas.**
 - Afirmados en grava, arena o tierra.



CARACTERÍSTICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

- Material superficial.
 - Tipo.
 - Espesor de la capa más reciente.
 - Espesor de capas antiguas o previas.
- Información histórica de construcción e intervenciones.
- Parámetros estructurales asignados o calculados.

Capa superficial

Tipo de pavimento:

Tipo de material:

Espesor más reciente: mm

Espesor anterior: mm

También verifique base de trabajo de HCBR (g)

Últ. reconstrucción o nueva construcción: año

Otras rehabilitación/intersecciones: año

Otros tratamiento superficial previo: año

Otros tratamientos preventivos: año

Capacidad estructural

Parámetros del modelo estructural Hameeds

SNP: DEF: mm

F. Valores estructurales:

VFO de la subbase: %

Base seca Base húmeda

SNP calculado:

Capa de base (sólo para bases estabilizadas)

Espesor de base: mm

Resistencia de base: GPa

DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE

Strength

Calculated Dry season model parameters

SNP: DEF: mm

[1] Structural Number:

Subgrade CBR: %

Dry Season Wet Season

[2] Calculated SNP:

Road base (for stabilised base only)

Base thickness: mm

Resilient modulus: GPa

Step 1: Select the method to calculate the pavement SNP:

Falling Weight Deflections

Benkelman Beam

Layer coefficients and thicknesses

Step 2: Define required parameters to calculate SNP using layer coefficients and thicknesses:

Strength coefficients derived for:

Dry Season

Wet Season

Coefficients & Thicknesses

Layer	Coef.	Thickness
Surface	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="50"/> mm
Base	<input type="text" value="0.20"/>	<input type="text" value="100"/> mm
Subbase	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="150"/> mm
Subgrade CBR	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="0"/>

ESTRUCTURA PARA PAVIMENTO RÍGIDO

Capa superficial		Temperaturas de base			Wash lecture
Espesor	270 mm	Med.	Diferencia de temp. en °C	Factores de ajuste	Eliminar
Concreto		1	4.44	0.89209	
Longitud de base	7 m	2	3.33	0.87201	
		3	2.22	0.852128	
Capa de base		4	1.11	0.82946	
Granos	10 mm	5	0.00	0.81046	
Modulo	3000 MPa	6	1.11	0.820798	
		7	2.22	0.821247	
Construcción		8	3.33	0.821113	
Mix de construcción	2011	9	4.44	0.82059	
		10	5.56	0.82168	

PAVIMENTOS RÍGIDOS

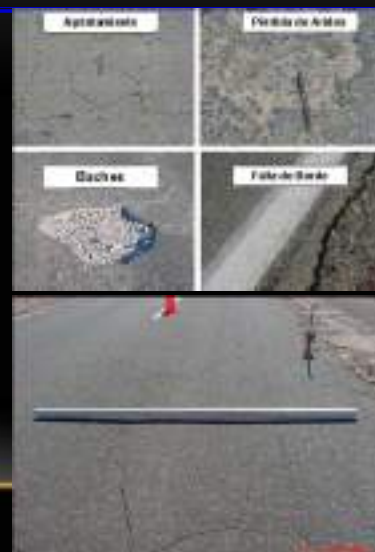
- Las principales consideraciones relacionadas con los pavimentos de concreto hidráulico tienen que ver con lo siguiente:
 - Propiedades de los materiales.
 - Condiciones de drenaje.
 - Porcentaje de refuerzo de acero.
 - Eficiencia de la transferencia de carga.
 - Ancho y condición lateral externa de los carriles.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

- Módulos de elasticidad del concreto (E_c).
- Módulos de rotura del concreto (MR_{28}).
- Coeficiente térmico del concreto (α).
- Coeficiente de contracción del concreto (γ).
- Relación de Poisson para el concreto (μ).
- Módulos de elasticidad para las barras metálicas (E_s).
- Módulos de elasticidad de las bases (E_{base}).
- Módulo de reacción de la subrasante (KSTAT)

CATEGORÍAS DE DAÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE

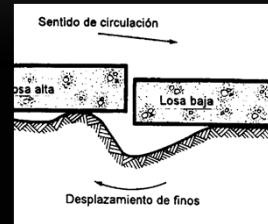
- **Defectos superficiales:**
 - Agrietamiento.
 - Pérdida de áridos.
 - Baches.
 - Fallas de Borde.
- **Deformaciones y rugosidad.**
 - Ahuellamiento.
 - Rugosidad.
- **Textura Superficial.**
 - Profundidad de la textura.
 - Resistencia al deslizamiento.



Temperatura del aire ambiente	20.00
Temperatura del ASF - 50mm	20.00
Temperatura del ASF - 100mm	20.00
Temperatura del ASF - 150mm	20.00
Constante de elasticidad (E)	1.00
Área con desplazamiento (E)	0.00
Área con baches (E)	0.00
Área con zonas de borde (E)	0.00
Profundidad de rotura (mm)	2.00
Coeficiente de fricción (E)	0.64
Profundidad de la textura (mm)	0.70
Resistencia al deslizamiento (E)	0.50
Notas	

INDICADORES DE CONDICIÓN PARA JPCP

- Rugosidad (IRI).
- Escalonamiento de juntas.
- Descascaramiento de juntas.
- Losas Agrietadas.
- Agrietamiento.



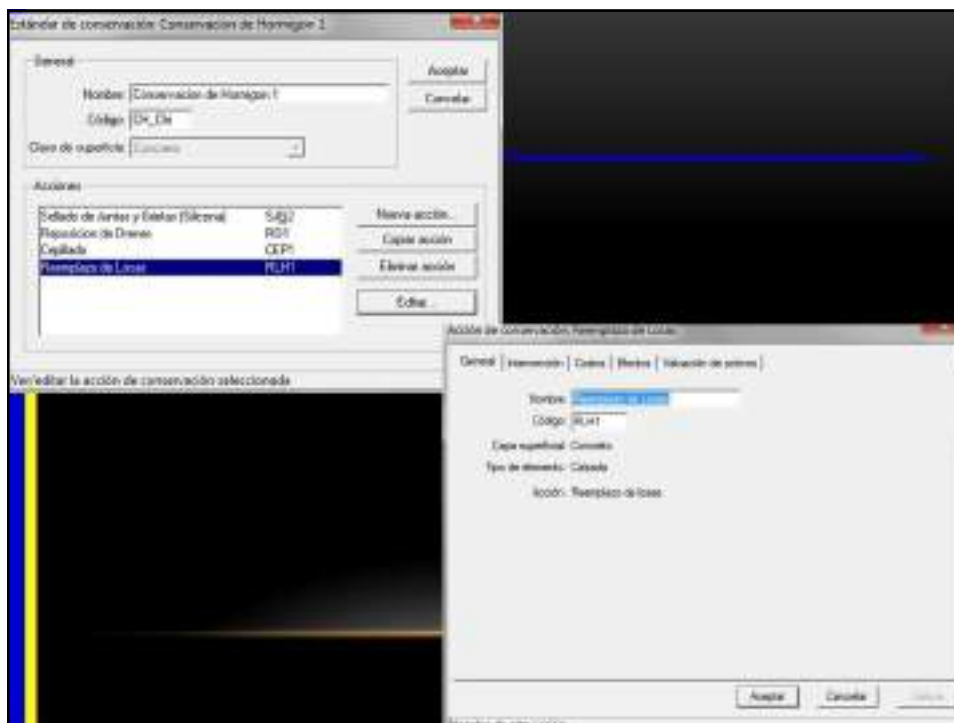
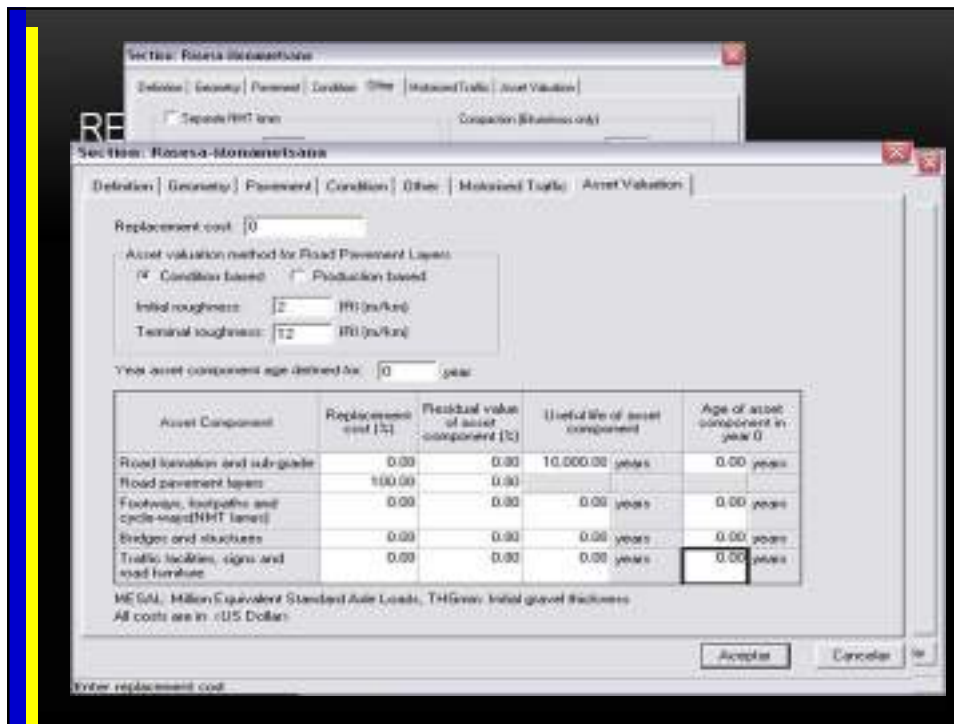
Condición al final del año	2010
Irregularidad (IRI - m/km)	2.00
Escalonamiento promedio (mm)	1.00
Uniones desportilladas (%)	0.00
Losas agrietadas (%)	0.00
Grietas definidas (No/km)	0.00
Fallas por km	0.00



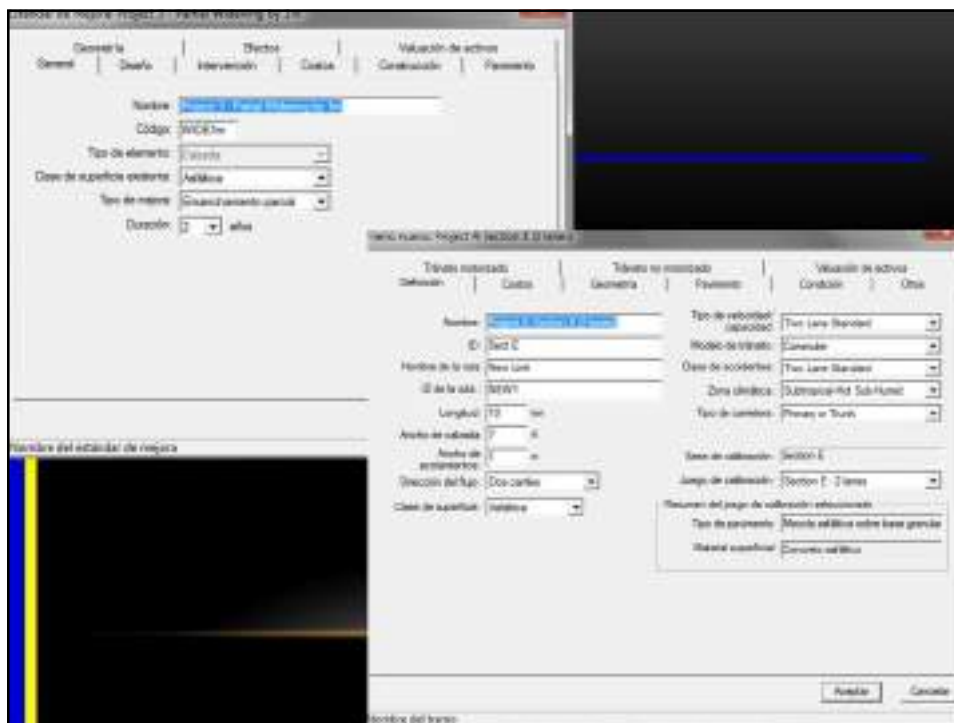
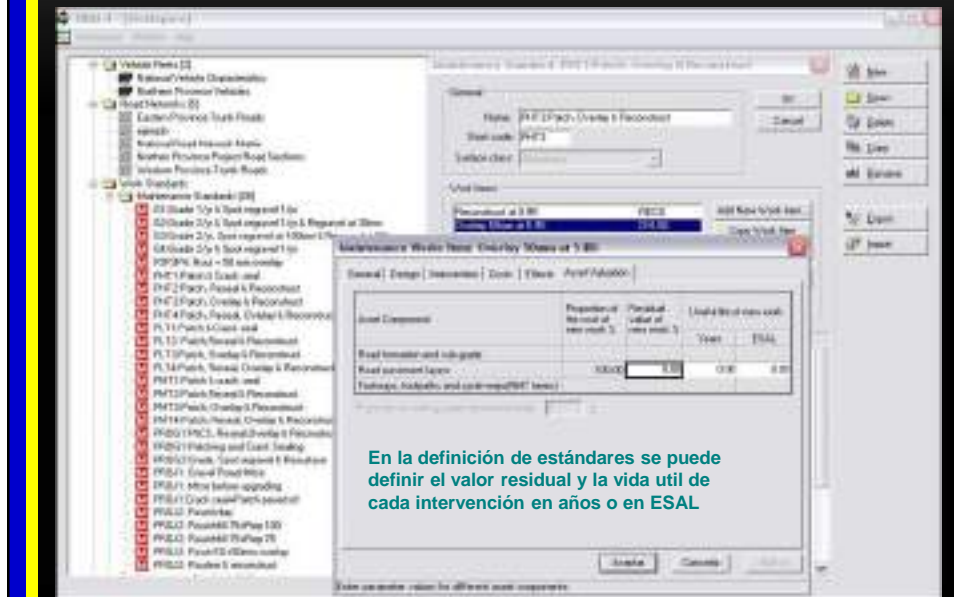
<input type="checkbox"/> Canchales separados para TBM Número de juntas: <input type="text"/>	Compactación (slo pavimento asfáltico) Compactación relativa: <input type="text"/> %
Acostamientos (Slo concreto) Tipo de acostamiento: <input type="text" value="No concreto"/>	Condición de la capa anterior (slo pav. asfáltico) Área de agrietamiento estructural total: <input type="text"/> % Área de agrietamiento ancho: <input type="text"/> % Grietas kilométricas: <input type="text"/> no/km
Diseño Diseño de borde: <input type="text"/>	ELAVES: <input type="text" value="2"/>

Rota vehicular usada para esta trans. /red de camiónes:

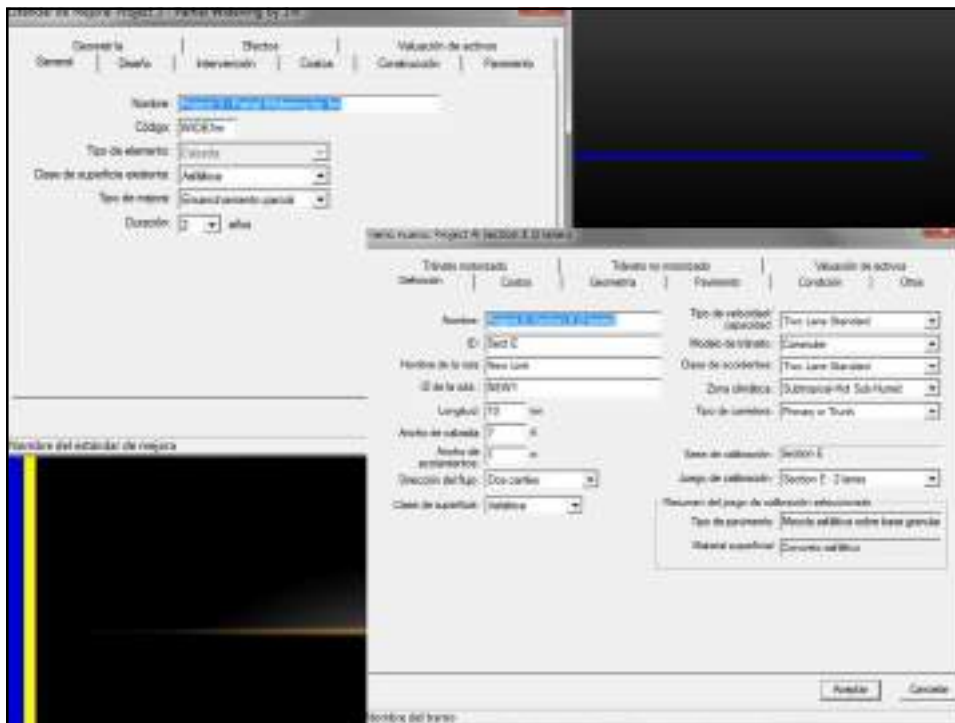
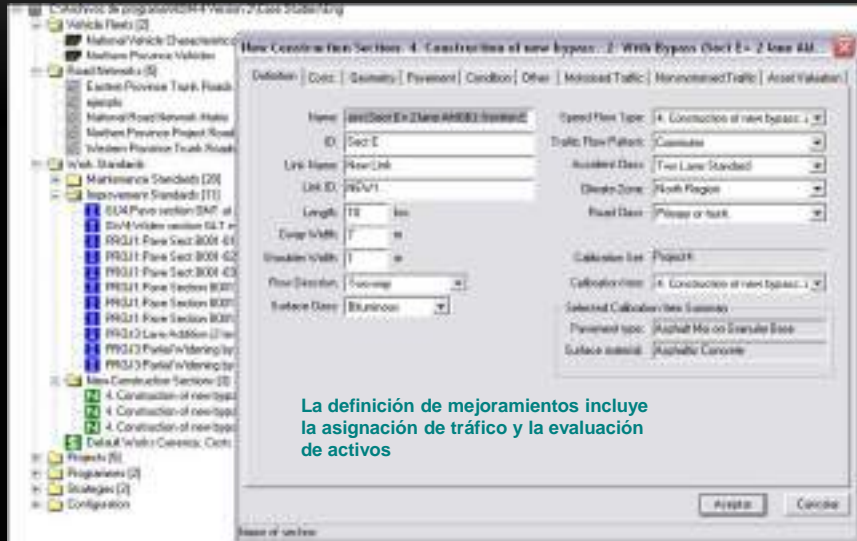
Año del año:	2009	<input type="text" value="Editar año..."/>
AUTO	4500.00	
BUS	900.00	
CAMION + 2 EJE/S	1000.00	
CAMION SIMPLE	670.00	
CAMIONETA	900.00	
TDPA total	7570.00	



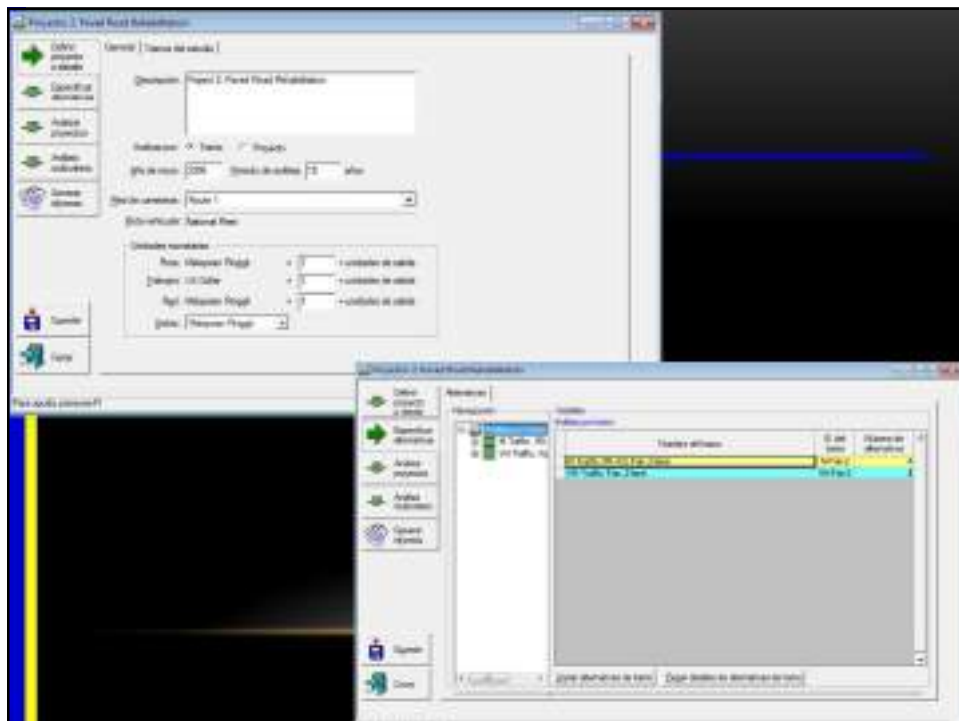
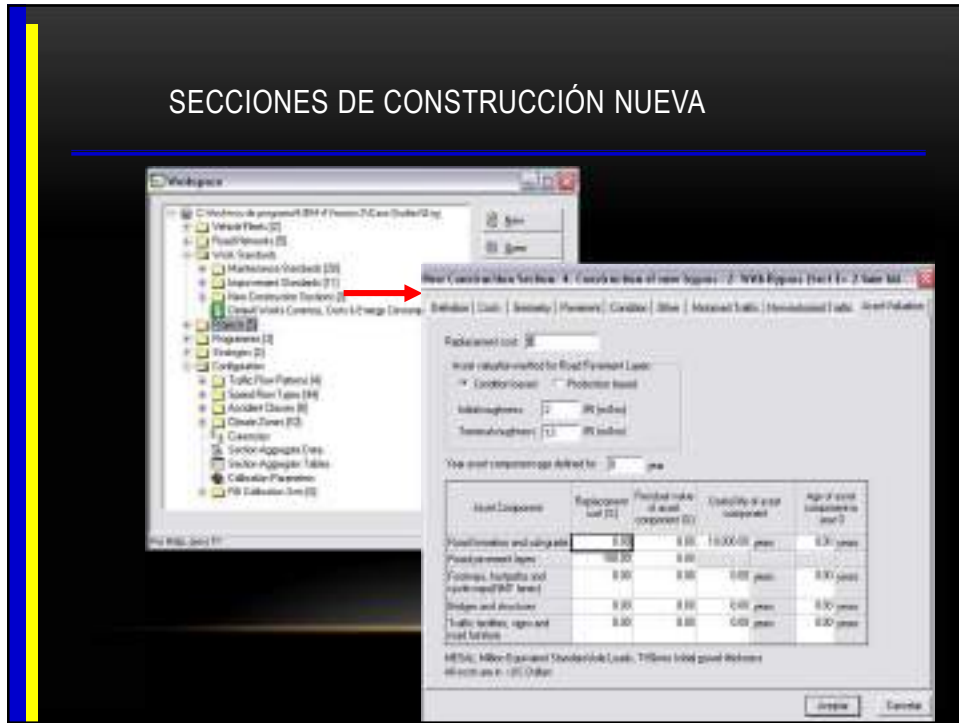
ESTÁNDARES DE CONSERVACIÓN



ESTÁNDARES DE MEJORAMIENTO



SECCIONES DE CONSTRUCCIÓN NUEVA



PROYECTO

Análisis por sección

Road	Definition of Section Alternatives				
Sections	1 (base)	2	3	4	5
Section A	Routine	Resealing			
Section B	Routine	Resealing	Overlay		
Section C	Routine	Resealing	Reconstruction	Widening	
Section D	Routine	Resealing	Overlay	Widening	Realignment
Section E	Grading	Regraveling	Paving		

Road	Section Alternatives Results				
Sections	1	2	3	4	5
Section A	0	NPV A2	NPV B3		
Section B	0	NPV B2	NPV C3		
Section C	0	NPV C2	NPV C3	NPV C4	
Section D	0	NPV D2	NPV D3	NPV D4	NPV D5
Section E	0	NPV E2	NPV E3		

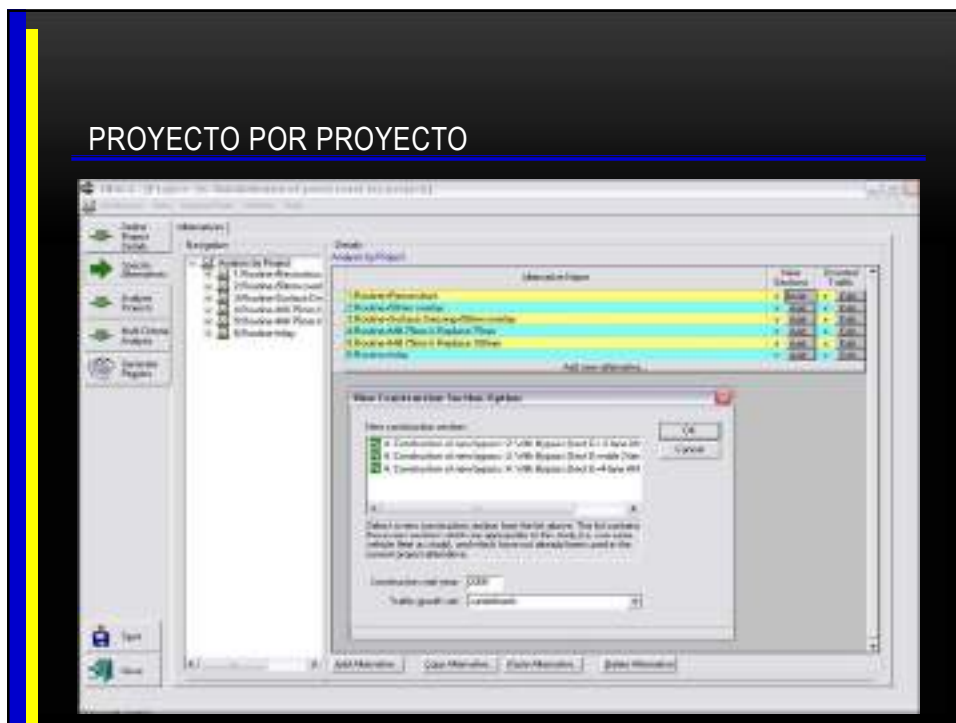
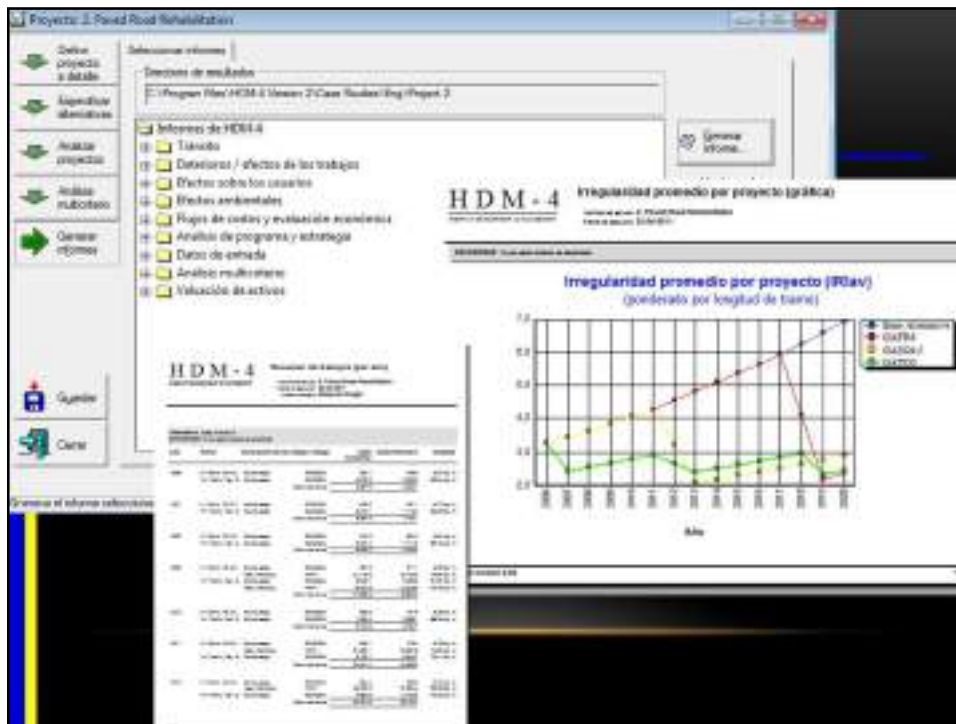
Análisis por proyecto

Road	Definition of Project Alternatives			
Sections	1 (base)	2	3	4
Section A	Routine	Resealing	Overlay	Reconstruction
Section B	Routine	Resealing	Overlay	Reconstruction
Section C	Routine	Overlay	Reconstruction	Widening
Section D	Routine	Overlay	Widening	Realignment
Section E	Grading	Regraveling	Paving	Widening

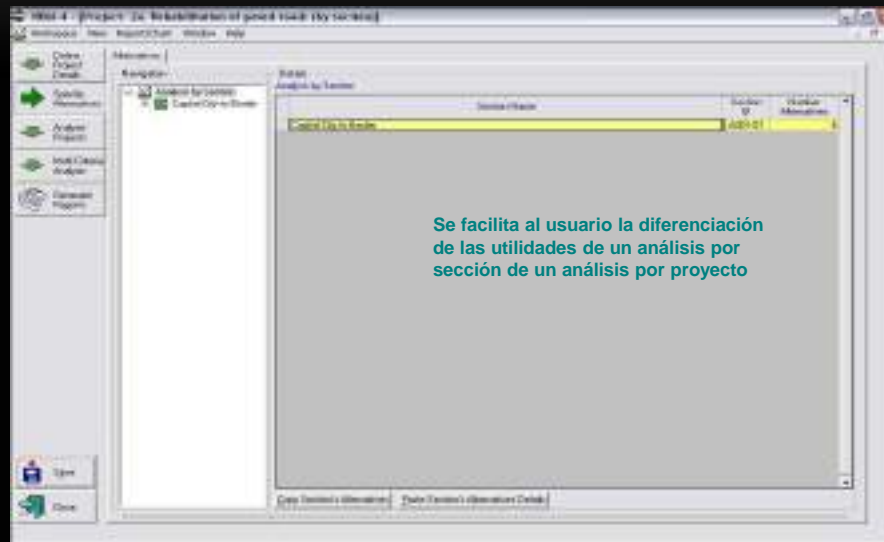
	Project Alternatives Results			
	1	2	3	4
Project	0	NPV 2	NPV 3	NPV 4

The screenshot shows the 'Configurar ejecución' (Configure execution) window in Road Designer. It includes sections for 'Incluir de nodos' (Include nodes), 'Polvos de regado' (Dusting), and 'Uso de agua' (Water use). A table at the bottom displays 'Base Sensitivity Scores' for various parameters.

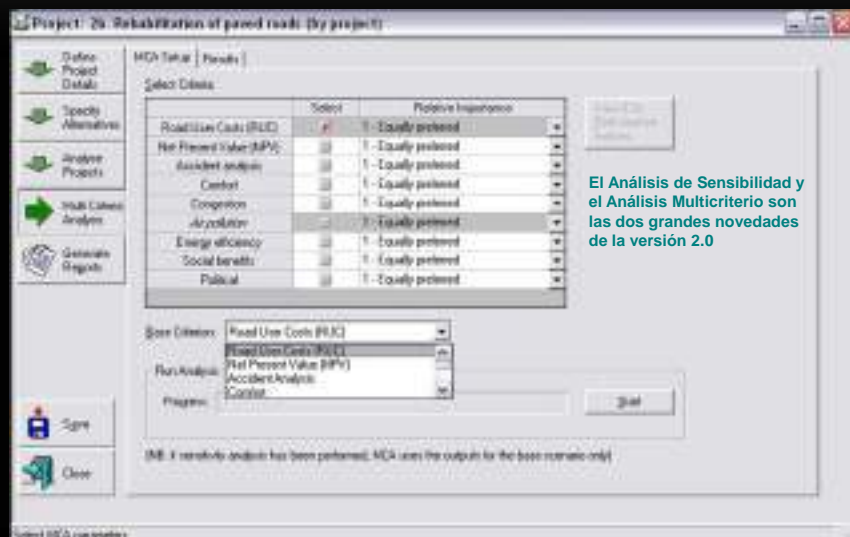
Descripción	Tráfico				Uso agua			
	10PA normal TM	TDFM normal TM	Enc. del tráfico normal	Enc. disp. atorción	Tráfico pesado	Piso en uso	ESALF	APM
Base Sensitivity Scores	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00



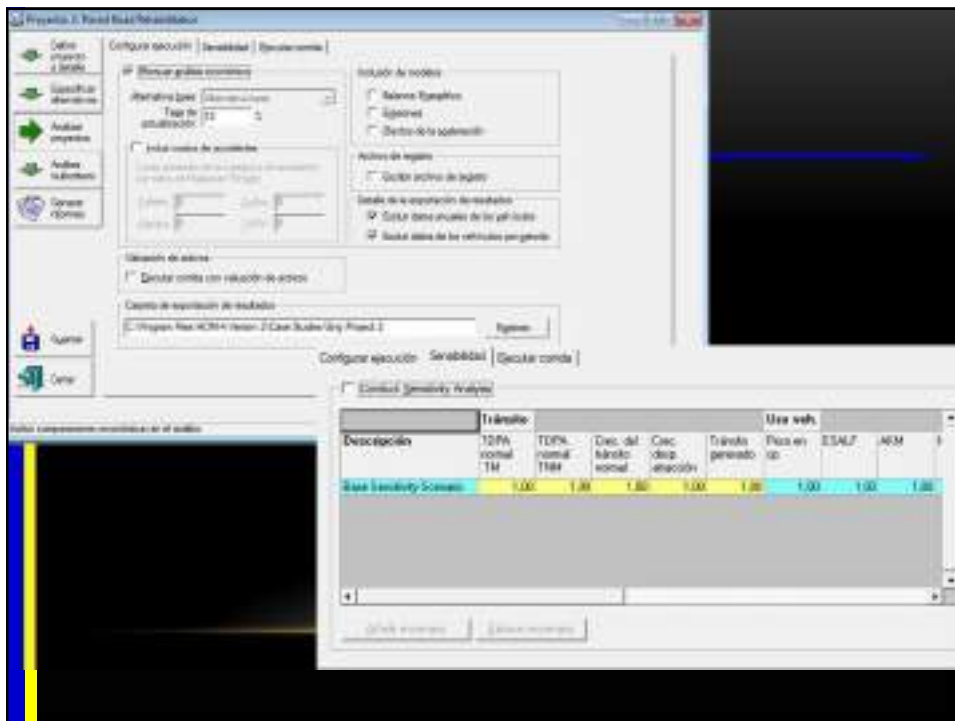
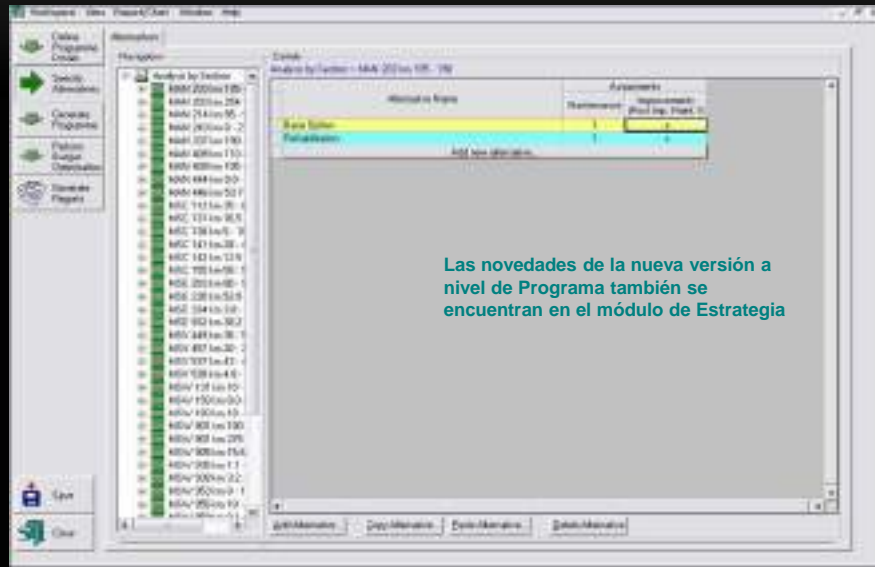
PROYECTO POR SECCIÓN



PROYECTO POR PROYECTO



PROGRAMA



Proyecto 2: Faval Road Rehabilitation

Definir alternativas a detalle

Reservar alternativas

Análisis de prioridades

Análisis multicriterio

Generar alternativas

Guardar

Cancelar

Configure seguridad | Resultados | Resultados

Reservar alternativas

Alternativa base: (Ruta de tránsito)

Tamaño de estudio: (1)

Incluir costos de accidentados

Incluir costos de accidentes de tránsito

Incluir costos de accidentes de tránsito

Incluir costos de accidentes de tránsito

Incluir de no incluir:

- Salarios especiales
- Especies
- Datos de la submisión

Tabla de evaluación de resultados:

Quitar datos nuevos de los períodos

Quitar datos de los vehículos por género

Resumen:

Alternativa base: Ruta de tránsito

Tamaño de estudio: 1

Detalle:

Alternativa de diseño 1: Ruta Alternativa

Alternativa de diseño 2: Ruta Alternativa

Alternativa de diseño 3: Ruta Alternativa

Alternativa de diseño 4: Ruta Alternativa

Tamaño de estudio: 1

Tamaño de estudio: 1

Tamaño de estudio: 1

Progreso:

Todo:

Alternativa actual:

Proyecto 2: Faval Road Rehabilitation

Definir alternativas a detalle

Reservar alternativas

Análisis de prioridades

Análisis multicriterio

Generar alternativas

Guardar

Cancelar

Configure MCA | Resultados

Seleccionar criterios:

Criterio	Seleccionado	Importancia relativa
Costo de los usuarios (PUC)	<input checked="" type="checkbox"/>	1 - Igualmente preferido
Valor presente neto (VPN)	<input type="checkbox"/>	1 - Igualmente preferido
Análisis de accidentes	<input type="checkbox"/>	1 - Igualmente preferido
Comodidad	<input type="checkbox"/>	1 - Igualmente preferido
Conservación de aire	<input type="checkbox"/>	1 - Igualmente preferido
Seguridad energética	<input type="checkbox"/>	1 - Igualmente preferido
Beneficios sociales	<input type="checkbox"/>	1 - Igualmente preferido
Pollución	<input type="checkbox"/>	1 - Igualmente preferido

Alternativa base:

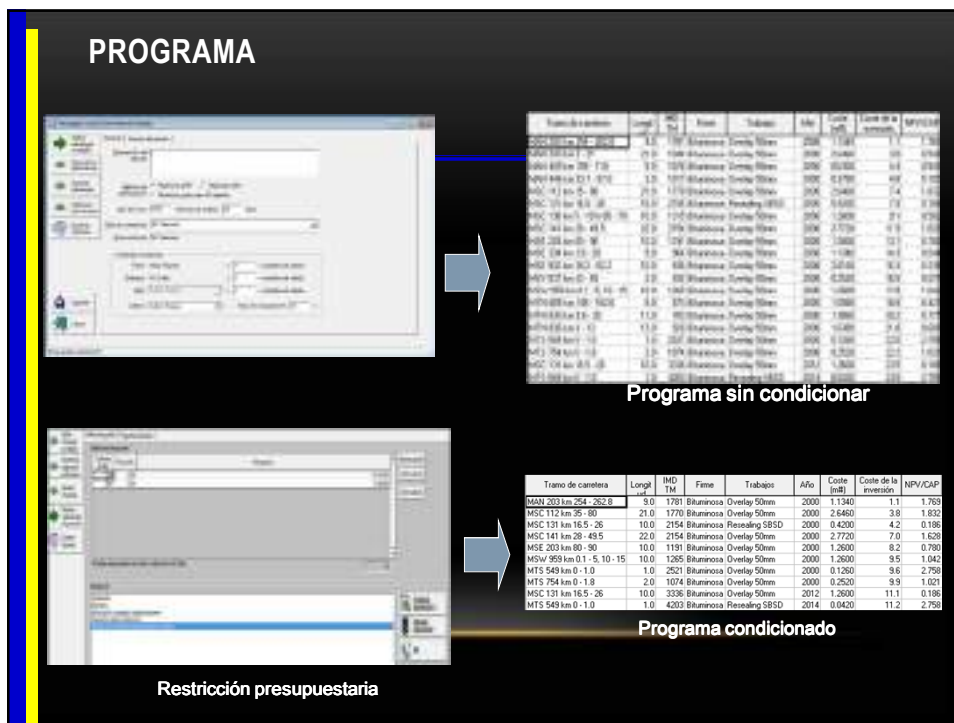
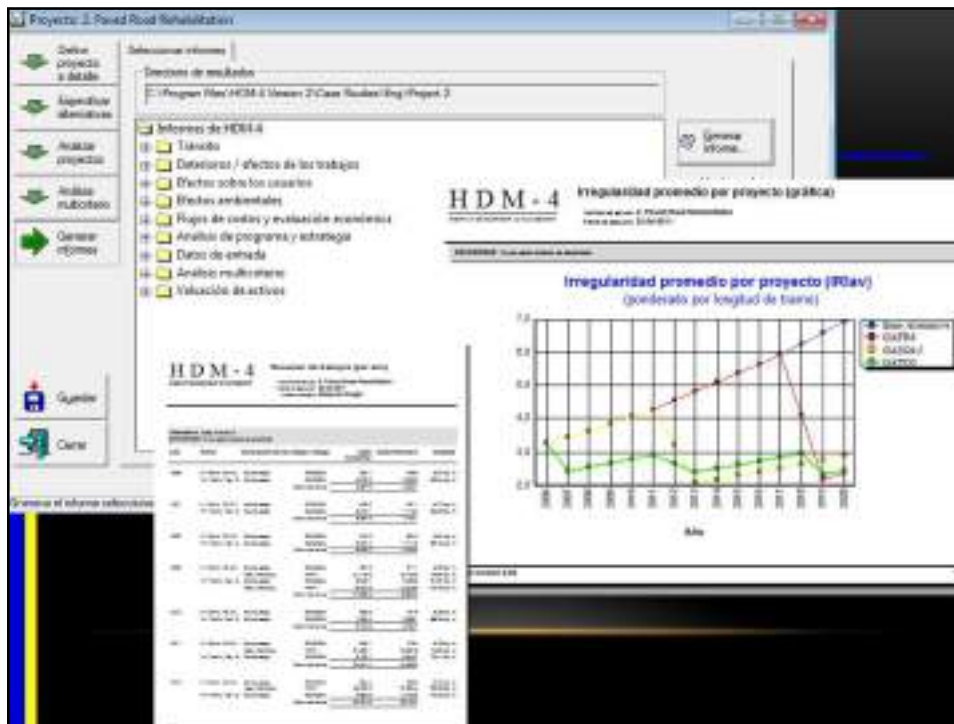
Calcular el análisis:

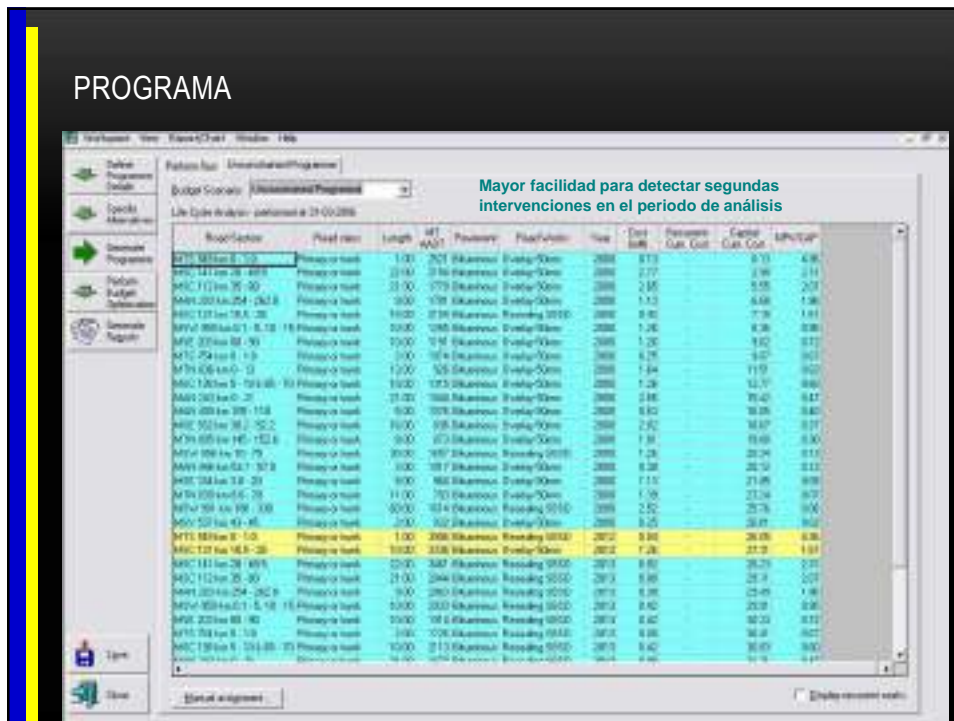
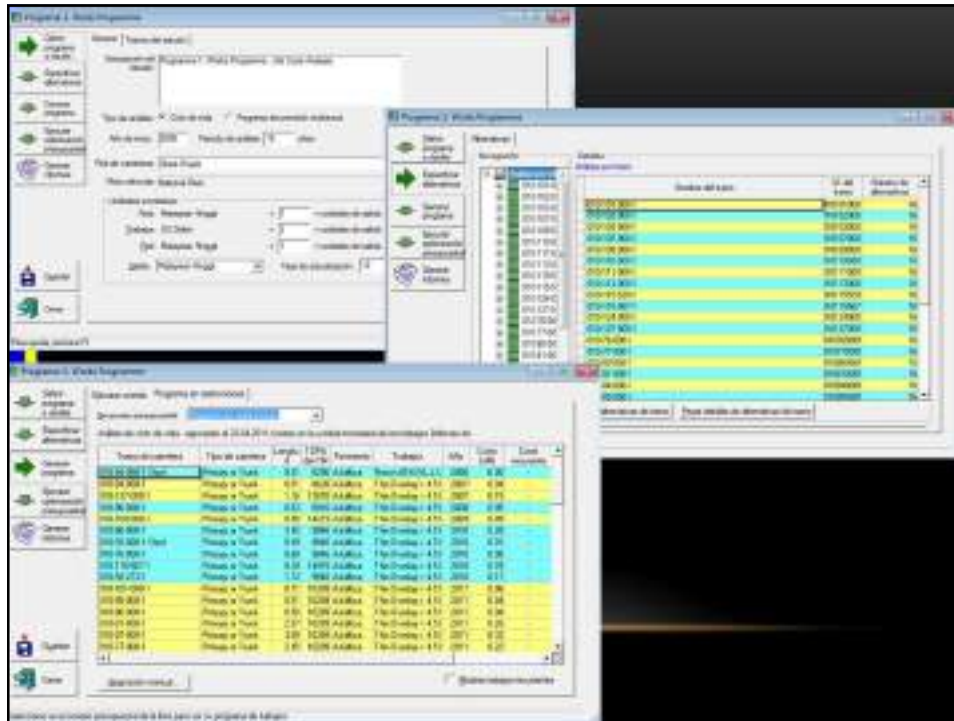
Aziar:

(Nota: Si se ha ejecutado un análisis de sensibilidad, MCA usará únicamente los resultados del escenario base)

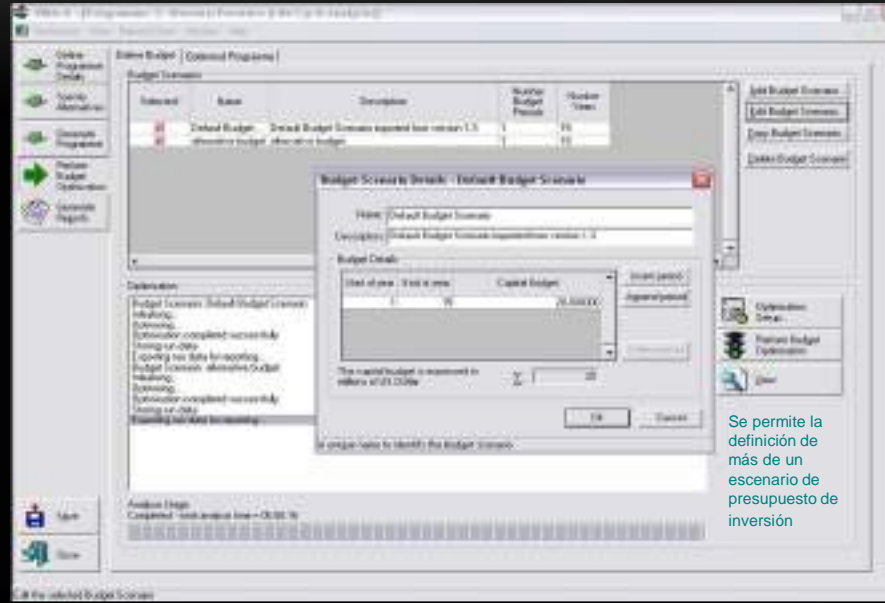
Configure MCA | Resultados

El del diseño	Tamaño	Costo Alternativo	GA103	GA5043	NAFRE
VA-Fal-2	Vál Traffic, IR 3.0, Fal, 2-lanes	\$ 000000	1.000000	0.767300	0.291630
VA-Fal-2	Vál Traffic, Fal, 2-lanes	\$ 000000	1.000000	0.761100	0.180700





PROGRAMA



PROGRAMA

Road Section	Budget	Length	MT	Flowers	Road Width	Year	Cost (\$K)	Revenue (\$K)	Capex (\$K)	Opex (\$K)
MTS 241 km 0-10	1,000	25.0	250	250	3.00	200	1,000	0	0	0
MTS 241 km 25-40	2,000	25.0	250	250	3.00	200	2,000	0	0	
MTS 241 km 45-60	3,000	25.0	250	250	3.00	200	3,000	0	0	
MTS 241 km 65-80	4,000	25.0	250	250	3.00	200	4,000	0	0	
MTS 241 km 85-100	5,000	25.0	250	250	3.00	200	5,000	0	0	
MTS 241 km 105-120	6,000	25.0	250	250	3.00	200	6,000	0	0	
MTS 241 km 125-140	7,000	25.0	250	250	3.00	200	7,000	0	0	
MTS 241 km 145-160	8,000	25.0	250	250	3.00	200	8,000	0	0	
MTS 241 km 165-180	9,000	25.0	250	250	3.00	200	9,000	0	0	
MTS 241 km 185-200	10,000	25.0	250	250	3.00	200	10,000	0	0	
MTS 241 km 205-220	11,000	25.0	250	250	3.00	200	11,000	0	0	
MTS 241 km 225-240	12,000	25.0	250	250	3.00	200	12,000	0	0	
MTS 241 km 245-260	13,000	25.0	250	250	3.00	200	13,000	0	0	
MTS 241 km 265-280	14,000	25.0	250	250	3.00	200	14,000	0	0	
MTS 241 km 285-300	15,000	25.0	250	250	3.00	200	15,000	0	0	
MTS 241 km 305-320	16,000	25.0	250	250	3.00	200	16,000	0	0	
MTS 241 km 325-340	17,000	25.0	250	250	3.00	200	17,000	0	0	
MTS 241 km 345-360	18,000	25.0	250	250	3.00	200	18,000	0	0	
MTS 241 km 365-380	19,000	25.0	250	250	3.00	200	19,000	0	0	
MTS 241 km 385-400	20,000	25.0	250	250	3.00	200	20,000	0	0	
MTS 241 km 405-420	21,000	25.0	250	250	3.00	200	21,000	0	0	
MTS 241 km 425-440	22,000	25.0	250	250	3.00	200	22,000	0	0	
MTS 241 km 445-460	23,000	25.0	250	250	3.00	200	23,000	0	0	
MTS 241 km 465-480	24,000	25.0	250	250	3.00	200	24,000	0	0	
MTS 241 km 485-500	25,000	25.0	250	250	3.00	200	25,000	0	0	
MTS 241 km 505-520	26,000	25.0	250	250	3.00	200	26,000	0	0	
MTS 241 km 525-540	27,000	25.0	250	250	3.00	200	27,000	0	0	
MTS 241 km 545-560	28,000	25.0	250	250	3.00	200	28,000	0	0	
MTS 241 km 565-580	29,000	25.0	250	250	3.00	200	29,000	0	0	
MTS 241 km 585-600	30,000	25.0	250	250	3.00	200	30,000	0	0	
MTS 241 km 605-620	31,000	25.0	250	250	3.00	200	31,000	0	0	
MTS 241 km 625-640	32,000	25.0	250	250	3.00	200	32,000	0	0	
MTS 241 km 645-660	33,000	25.0	250	250	3.00	200	33,000	0	0	
MTS 241 km 665-680	34,000	25.0	250	250	3.00	200	34,000	0	0	
MTS 241 km 685-700	35,000	25.0	250	250	3.00	200	35,000	0	0	
MTS 241 km 705-720	36,000	25.0	250	250	3.00	200	36,000	0	0	
MTS 241 km 725-740	37,000	25.0	250	250	3.00	200	37,000	0	0	
MTS 241 km 745-760	38,000	25.0	250	250	3.00	200	38,000	0	0	
MTS 241 km 765-780	39,000	25.0	250	250	3.00	200	39,000	0	0	
MTS 241 km 785-800	40,000	25.0	250	250	3.00	200	40,000	0	0	
MTS 241 km 805-820	41,000	25.0	250	250	3.00	200	41,000	0	0	
MTS 241 km 825-840	42,000	25.0	250	250	3.00	200	42,000	0	0	
MTS 241 km 845-860	43,000	25.0	250	250	3.00	200	43,000	0	0	
MTS 241 km 865-880	44,000	25.0	250	250	3.00	200	44,000	0	0	
MTS 241 km 885-900	45,000	25.0	250	250	3.00	200	45,000	0	0	
MTS 241 km 905-920	46,000	25.0	250	250	3.00	200	46,000	0	0	
MTS 241 km 925-940	47,000	25.0	250	250	3.00	200	47,000	0	0	
MTS 241 km 945-960	48,000	25.0	250	250	3.00	200	48,000	0	0	
MTS 241 km 965-980	49,000	25.0	250	250	3.00	200	49,000	0	0	
MTS 241 km 985-1000	50,000	25.0	250	250	3.00	200	50,000	0	0	

Optimización respecto a distintos escenarios en un mismo análisis

ESTRATEGIA



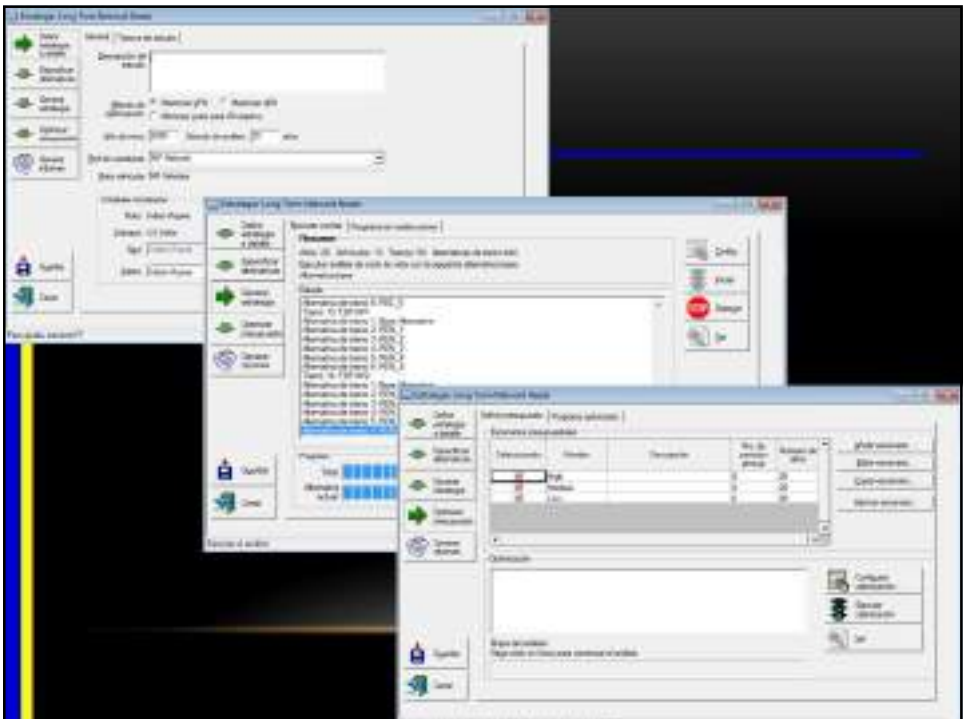
Descripción	ID	Tiempo de copia de operación
General Low Traffic	GLT	50s
General Medium Traffic	GMT	50s
General High Traffic/Fair Condition	PHTC	50s
General High Traffic/Good Condition	PHTG	50s
General High Traffic/Poor Condition	PHTP	50s
General Low Traffic/Fair Condition	PLTC	50s
General Low Traffic/Good Condition	PLTG	50s
General Low Traffic/Poor Condition	PLTP	50s
General Medium Traffic/Fair Condition	PMTC	50s
General Medium Traffic/Good Condition	PMTG	50s
General Medium Traffic/Poor Condition	PMTP	50s

- Base Option
- Level 2: Manual Maintenance
- Level 3: Demand Maintenance
- Level 4: Ideal Maintenance

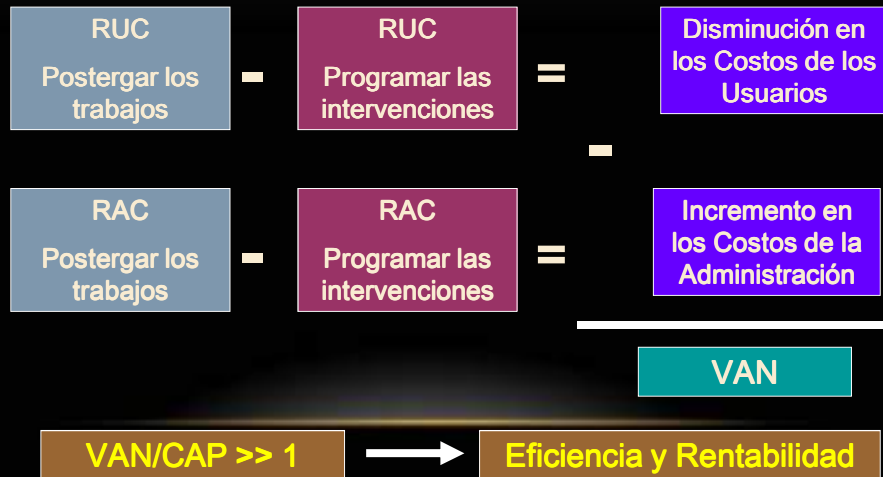
Descripción	Activado	Costo	Costo de operación	Costo de mantenimiento	Costo de reparación	Costo de sustitución	Costo de transporte	Costo de almacenamiento	Costo de gestión	Costo de energía	Costo de agua	Costo de electricidad	Costo de gas	Costo de calefacción	Costo de refrigeración	Costo de ventilación	Costo de iluminación	Costo de sonido	Costo de seguridad	Costo de limpieza	Costo de otros	
General Low Traffic	1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Tipo de camión	Clase de camión	Longitud	Altura	Velocidad	Tubo	Alto	Costo	Costo de operación	Costo de mantenimiento	Costo de reparación	Costo de sustitución	Costo de transporte	Costo de almacenamiento	Costo de gestión	Costo de energía	Costo de agua	Costo de electricidad	Costo de gas	Costo de calefacción	Costo de refrigeración	Costo de ventilación	Costo de iluminación	Costo de sonido	Costo de seguridad	Costo de limpieza	Costo de otros
General High Traffic/Good	Primary or Truck	437.0	4.750	80km/h	Reconstruido al 80%	2000	6047.7	0.0	160.125																	

Optimización sujeta a restricción presupuestaria



COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS



Tasa de descuento = 12%

Año	Inversión	Beneficios	Beneficio Neto	Factor de Valor presente	Valor presente neto
A	B	C	D=C-B	$E=1/(1+i)^A$	$F=D \cdot E$
0	10000	0	-10000	1.0	-10000
1	0	6500	6500	0.892	5804
2	0	3000	3000	0.797	2392
3	0	3000	3000	0.712	2135
4	0	5000	5000	0.636	3178
Total	10000	17500	7500	VPN	3508

Tasa de descuento	Valor presente neto
0.0%	7500
3.0%	6326
6.0%	5821
9.0%	4347
12.0%	3508
15.0%	2752
18.0%	2068
21.0%	1447
24.0%	881
27.0%	365
30.0%	-109
33.0%	-544
36.0%	-944
39.0%	-1315
42.0%	-1657
45.0%	-1975

IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE DATOS



La migración de datos es generada automáticamente en archivos de Access lo que facilita su manejo

HERRAMIENTAS ADICIONALES

- Incluye módulo externo de migración de datos de la versión 1.3 a la versión 2.0. (advertiendo que hay limitantes en la información que se puede trasladar de una versión a otra).
- Incluye módulo para migración y manejo de bases de datos

LA CONFIABILIDAD DE LOS MODELOS DE PREDICCIÓN

- **Depende de la combinación de tres aspectos:**
 - La validez de las relaciones de los modelos
 - La exactitud y calidad de los datos de entrada
 - El análisis de los factores de la calibración empleados.
- **Puesto que las relaciones de los modelos han demostrado ser consistentes y aplicables en varios países, la confiabilidad de la mayoría de los análisis depende de los datos de entrada y los factores de la calibración [Bennett et al 2000].**

CLASES DE SENSIBILIDAD

Impacto	Clase de sensibilidad	Impacto Elasticidad
Alto	S-I	> 0.50
Medio	S-II	0.20 – 0.50
Bajo	S-III	0.05 – 0.20
Insignificante	S-IV	< 0.05

LA ELASTICIDAD DEL IMPACTO

- Es la relación porcentual entre la variación del resultado de una salida de un modelo con respecto a la variación de un parámetro de entrada, manteniendo constante los demás parámetros.

Por ejemplo:

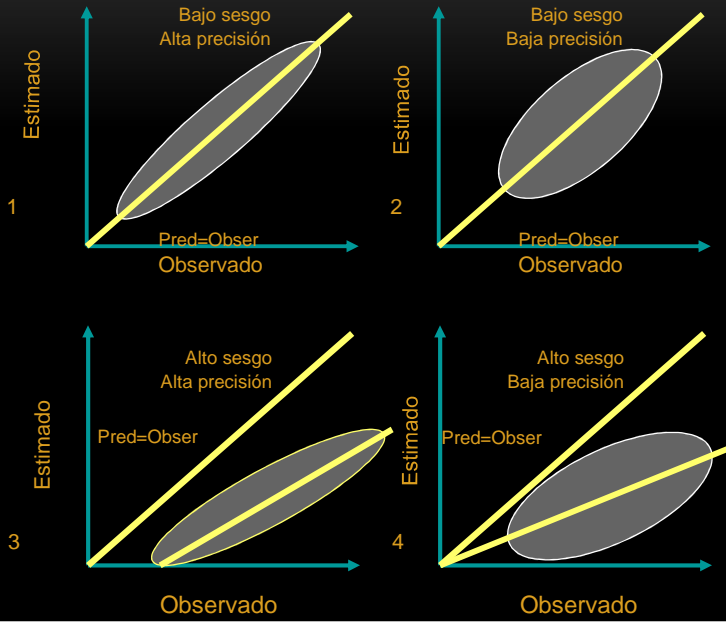
Si un 10 por ciento de incremento en las cargas producidas por el tránsito causan un 2.9 por ciento de incremento en la rugosidad desarrollada después de cierto tiempo, *la elasticidad del impacto* en términos de las cargas debidas al tránsito para esta rugosidad resulta ser 0.29.

Si en cambio se presentara un decrecimiento de un 2.9 por ciento, el valor sería -0.29 [Bennett et al., 2000].

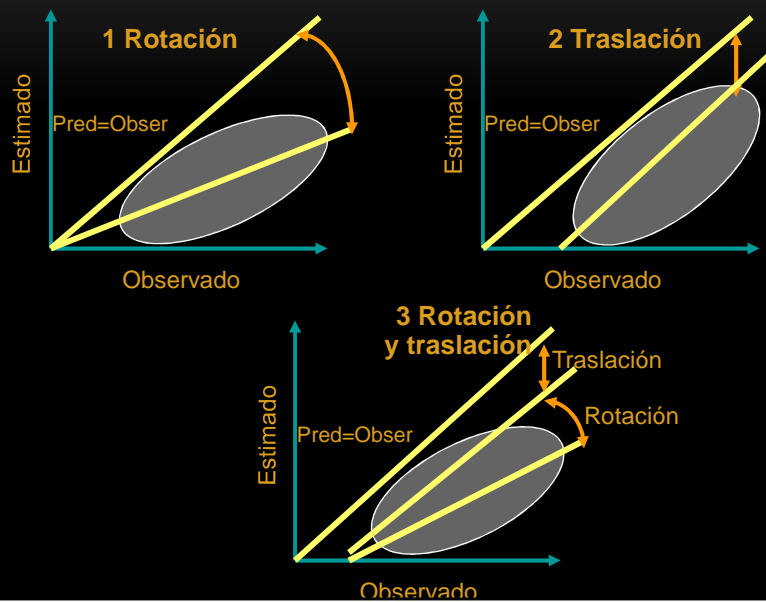
ASPECTOS QUE JUSTIFICAN LA CALIBRACIÓN DEL HDM-4

- Deterioro vial y efecto de los trabajos
 - Los modelos se deben ajustar para que reflejen fielmente el incremento de los deterioros locales y el efecto de las prácticas de mantenimiento.
- Efecto en los usuarios
 - Los modelos se ajustan para predecir correctamente la magnitud de los costos y la relación entre los componentes.

SESGO Y PRECISIÓN



APROXIMACIÓN A LA CALIBRACIÓN

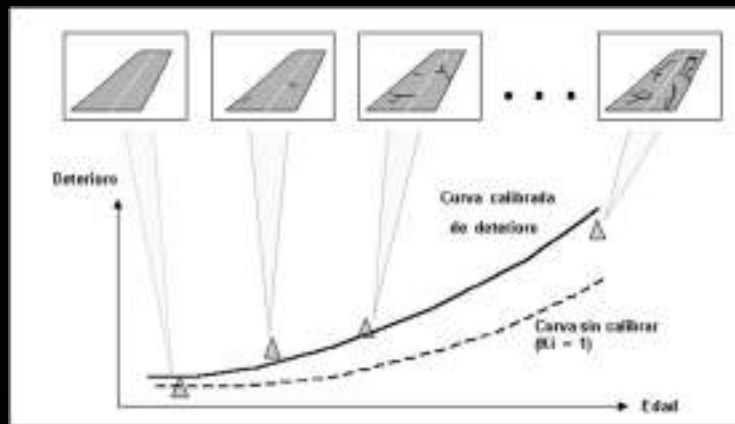




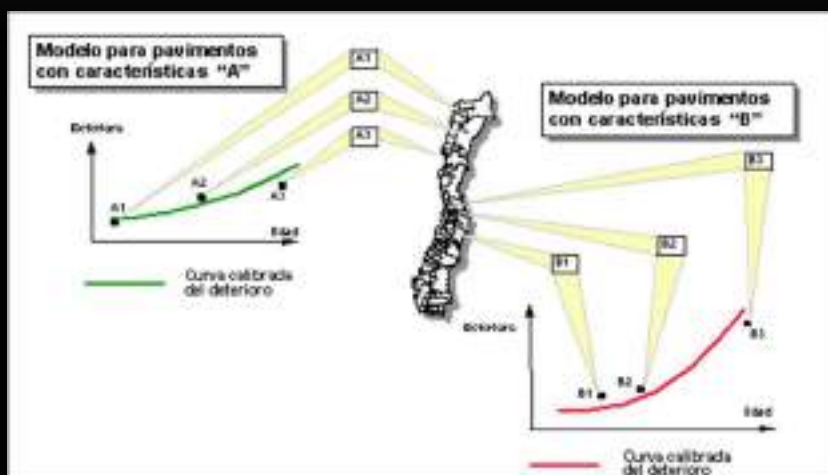
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE PARÁMETROS CRÍTICOS.

- Es importante conocer el nivel general de sensibilidad de cada uno de los parámetros que lo componen para poder dar énfasis apropiado a los parámetros más importantes y de mayor afectación.
- Las influencias individuales de los parámetros difieren según el parámetro y los valores asignados a otros parámetros en un análisis particular.
- La sensibilidad de los resultados a las variaciones en un parámetro varía por consiguiente bajo las circunstancias particulares bajo las que se realice.

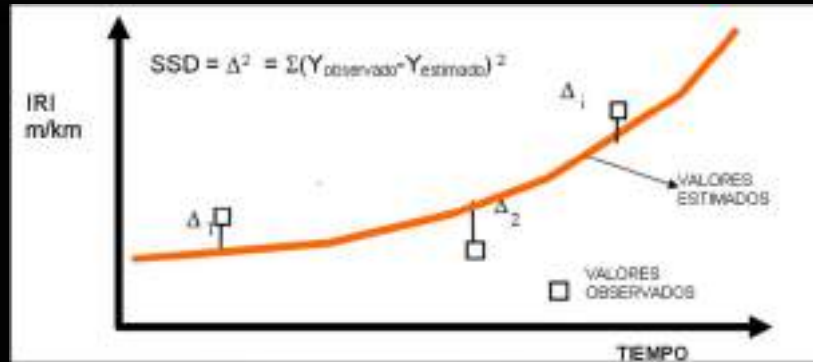
DETERIORO DE UN PAVIMENTO



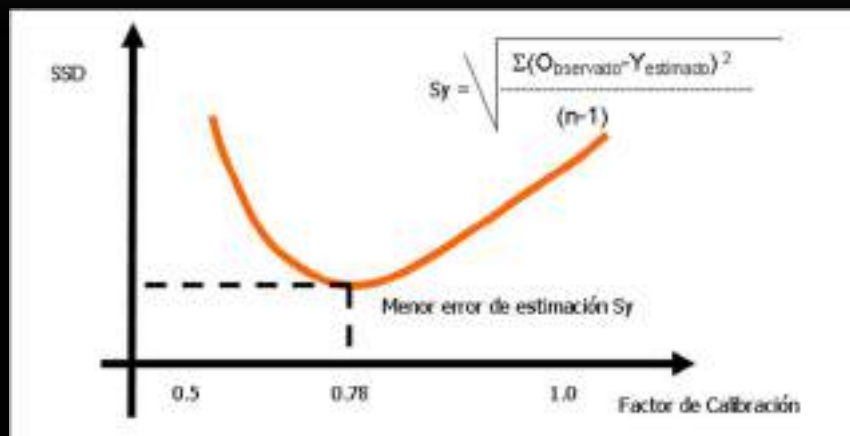
METODOLOGÍA DE LAS VENTANAS



AJUSTE DE LOS DATOS



DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE CALIBRACIÓN



EXPERIENCIAS EN CHILE

1. **Seguimiento para la calibración de modelos de deterioro de pavimentos asfálticos de Chile.** Ministerio de Obras Públicas de Chile y Pontificia Universidad Católica de Chile (DICTUC S.A.) 1999 - 2001.
2. **Estudio de análisis de sensibilidad de parámetros del modelos HDM-4 y actualización de la metodología para la determinación del estado de caminos pavimentados.** Ministerio de Obras Públicas de Chile y Pontificia Universidad Católica de Chile (DICTUC S.A.). 2003-2004.
3. **Modelos de Deterioro de Caminos No Pavimentados.** Ministerio de Obras Públicas de Chile. 2007-2008.
4. **Estudio para la modelación del deterioro de pavimentos de Hormigón y calibración del HDM-4 en Chile.** Ministerio de Obras Públicas de Chile. 2008.
5. **Estudio para la modelación del deterioro de pavimentos asfálticos y calibración del HDM-4 en Chile.** Ministerio de Obras Públicas de Chile. 2009 - 2011

CORREDORES DE MANTENIMIENTO INTEGRAL – (COLOMBIA) 2003-2009

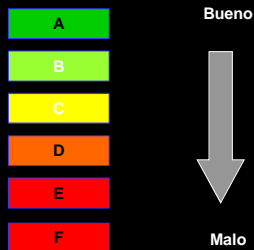
- Estudio de Estructuración del Programa de Conservación denominado "Corredores de Mantenimiento Integral" (2000 km de la Red Nacional Primaria por 5 años). **2003-2004. Universidad Javeriana**
- Seguimiento de los Contratos de "Corredores de Mantenimiento Integral".
 - Primera etapa **2004-2005. Universidad Javeriana**
 - Segunda etapa **2005-2009 . INVIAS**



EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL PROYECTO CORREDORES DE MANTENIMIENTO INTEGRAL (INVIAS COLOMBIA).

El Invias necesitó la evaluación de la viabilidad de un esquema de gestión denominado corredores de mantenimiento integral en aproximadamente 2000 km para un periodo de 5 años. La evaluación técnica se base en los antecedentes de condición reportados por los administradores viales y el último inventario de medición de la red vial nacional. La evaluación económica estaba sujeta a una restricción presupuestaria tanto en monto como en flujo de caja.

Clasificación de Condición Estructural y Funcional



ALGUNAS PUBLICACIONES RELACIONADAS CON HDM-4

De Solminihac H., Hidalgo P., Salgado M., **Calibration of Performance Models for Surface Treatment to the Chilean Conditions: the HDM-4.** Eighth International Conference on Low-Volume Roads. Transportation Research Board. Transportation Research Record - Journal of the Transportation Research Board 1819. **Junio 2003.**

De Solminihac H., Hidalgo P., Salgado M., Altamira A. **Calibration of structural cracking models for asphalt pavements: HDM-4 case.** Indian Journal of Engineering & Materials Sciences, 193-201. **Junio 2003.**

De Solminihac H., Hidalgo P., Salgado M., Valdés M., **Calibración del Modelo de Grietas Estructurales para Pavimentos Asfálticos en HDM-4 a las condiciones de Chile.** Revista Ingeniería de Construcción. Pontificia Universidad Católica de Chile. Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción. Volumen 17 No.1 **Enero – Abril 2002.**

De Solminihac H., Salgado M., Hidalgo P., Valdés M., **Calibración del Modelo de Progresión de la Rugosidad (IRI) para Pavimentos Asfálticos en HDM-4 a las condiciones de Chile.** Revista Ingeniería de Construcción. Pontificia Universidad Católica de Chile. Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción. Volumen 17 No.2. **Mayo-Agosto 2002.**

MUCHAS GRACIAS POR SU AMABLE
ATENCIÓN!!!

Ing. Mauricio Salgado Torres M.Sc.