



SIGMAVIAL
Sistema Integrado de Gestión
de Mantenimiento Vial

DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN Y ENFOQUE DE IMPLEMENTACIÓN

1. Contenido

1.	CONTENIDO	2
2.	INTRODUCCIÓN	3
2.1	PROBLEMÁTICA Y SOLUCIÓN.....	3
2.2	OBJETIVOS DEL PROCESO	4
2.3	SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO VIAL (SIGMAVIAL).....	5
2.4	FORTALEZAS.....	6
2.5	ÍNDICE DE MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN (IC).....	7
2.6	CICLO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO VIAL CON EL SIGMAVIAL.....	8
2.7	LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO DEL MODELO PROPUESTO.....	9
3.	FUNCIONALIDADES DEL SISTEMA.....	11
3.1	DEFINICIÓN DE LA RED Y GESTIÓN DEL INVENTARIO	11
3.1.1	<i>Descripción de las Principales Funcionalidades</i>	11
3.1.2	<i>Funcionalidades Específicas</i>	11
3.1.3	<i>Ejemplos de Pantallas</i>	12
3.2	PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	15
3.2.1	<i>Principales Funcionalidades</i>	15
3.2.2	<i>Funcionalidades Específicas</i>	16
3.2.3	<i>Ejemplos de Pantallas</i>	17
3.3	SEGUIMIENTO, CONTROL DE EJECUCIÓN Y MONITOREO DEL MANTENIMIENTO	18
3.3.1	<i>Principales Funcionalidades</i>	18
3.3.2	<i>Funcionalidades Específicas</i>	18
3.3.3	<i>Ejemplos de Pantallas</i>	19
3.4	PLATAFORMA MÓVIL	20
3.4.1	<i>Funcionalidades Específicas</i>	20
3.4.2	<i>Ejemplos de Pantallas</i>	21
3.5	SISTEMA DE INFORMACIÓN GEGRÁFICA (GIS)	22
3.5.1	<i>Tramos</i>	23
3.5.2	<i>Puentes</i>	23
3.5.3	<i>Drenajes Transversales</i>	23
3.5.4	<i>Baches y Deterioros en Pavimento</i>	24
3.5.5	<i>Planificación y Ejecución de Actividades de Mantenimiento</i>	24
3.5.6	<i>Características y Atributos de Tramo (Mediciones de IRI)</i>	24
3.6	ARQUITECTURA DEL SIGMAVIAL	25
3.6.1	<i>Enfoque Técnico</i>	25
3.6.2	<i>Funcionalidad por Plataforma</i>	25
4.	ENFOQUE METODOLÓGICO DE LA IMPLEMENTACIÓN	27
4.1	DEFINICIÓN DE TRAMOS Y TRAZA.	27
4.2	INVENTARIO DE ELEMENTOS DE LA RED.....	29
4.2.1	<i>Datos de Tramos</i>	29
4.2.2	<i>Datos de los elementos de Inventario Vial a relevar</i>	29
4.3	PRINCIPALES TAREAS DE IMPLEMENTACIÓN	34
5.	CRONOGRAMA DE UN PROYECTO TÍPICO	35

2. Introducción

2.1 Problemática y solución

Actualmente, existen muchos casos donde no se encuentran específicamente definidos y totalmente automatizados los procedimientos del mantenimiento y la conservación vial para una gestión eficiente o bien, se encuentran desarrollos, pero en forma aislada. La automatización de los sistemas que se ha venido desarrollando con aplicativos independientes del mantenimiento vial y no se ha buscado su integración en un sistema central, y otros; con el tiempo se han dirigido hacia el crecimiento de su volumen de operaciones.

Esto constituye un grave problema al momento de realizar la integración de los datos que afectan directa e indirectamente a otros departamentos de la organización; aunado a lo anterior algunos de estos sistemas automatizados no consideran los estándares utilizados por la entidad y el gobierno en general en lo referente programas informáticos y estructura de datos; ni dejan claramente establecidos procedimientos administrativos que deben ser seguidos para el control y flujo de la información.

La falta de la informatización y/o integración de estos procesos genera al ejecutarse proyectos de inversión con recursos públicos:

■ Pérdidas:

- ◆ América Latina: Pérdida Patrimonio Vial superior a 50.000 Millones de Dólares.
- ◆ Relación: Por cada \$ no invertido oportunamente en Mantenimiento y Conservación Vial, se deberá gastar entre 3 y 5 veces más en Obras de Rehabilitación.

■ Causas:

- ◆ Falta de Recursos: Suficientes, Continuos y Oportunos.
- ◆ Falta de Eficacia y Eficiencia: Por decisiones no técnicas.

■ Consecuencias:

- ◆ Estado de regular a malo y deterioro acelerado de la red vial. Pérdida de patrimonio vial nacional.
- ◆ Aumento del costo operativo del transporte público como de los servicios públicos y el consecuente efecto negativo en la economía.

En el caso particular de los proyectos viales, la factibilidad se determina en términos sociales, la cual debe ser definida en razón a los beneficios frente al costo de la obra y los costos recurrentes de mantenimiento, y de esta forma establecer si la inversión pública puede ser clasificada como viable.

Una vez que se lo establece como un proyecto viable, se debe disponer de una herramienta de generación de:

- Ejecución y mantenimiento de un inventario vial acorde con las necesidades institucionales.
- Planificación completa (en cantidad y en monto a desembolsar) de las actividades u operaciones de conservación y mantenimiento vial.

Verificación de cumplimiento de las mismas con las metas presupuestarias establecidas.

- Las solicitudes de compra para el abastecimiento o al proceso de contratación de servicios.
- Seguimiento y control de ejecución (en cantidad y en monto desembolsado) de las actividades u operaciones de conservación y mantenimiento vial.
- Control de los desvíos producidos entre lo programado y lo ejecutado de la conservación y el mantenimiento vial.
- Generación de los pagos de la ejecución como también un plan de recupero de la inversión mediante las contribuciones por mejora.

La base para planificar y ejecutar un proyecto de esta índole con éxito, es la administración de forma efectiva de la información, es necesario disponer con la suficiente información para realizar el análisis de costo-beneficio en conjunto con el impacto que este produce en el presupuesto con el que se cuenta a lo largo de todo el proyecto y todas las acciones desencadenantes de la ejecución del mismo.

Estas cuestiones motivaron el interés en el desarrollo de un Sistema Integrado de Gestión de Mantenimiento Vial, de forma de brindar una solución informática integral que sea primordial para la evaluación económica de proyectos, a fin de propiciar el entendimiento y la aplicación del ciclo completo de un proyecto de inversión pública aplicada a los emprendimientos viales en concordancia con las demás actividades financieras y contables.

Un sistema como el propuesto permite ver reflejada toda esta información mediante informes, gráficos y en un instrumento altamente valorado como es una herramienta GIS, con el objetivo de lograr que el sistema cumpla su cometido, satisfaciendo las expectativas de los usuarios.

2.2 Objetivos del Proceso

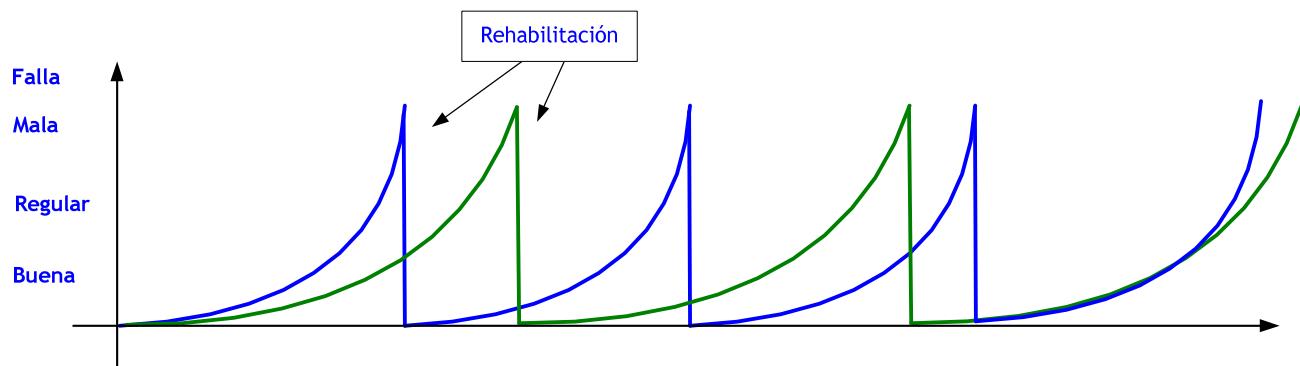
- Disminuir los costos de transporte mediante la optimización de la gestión del mantenimiento de los caminos o carreteras:
 - Mejorar los índices de estado vial de los caminos.
 - Mejorar los estándares de servicio de los caminos.
 - Poder predecir las acciones a realizar según estado encontrado (Previsibilidad Financiera).
 - Poder asignar priorización en el mantenimiento vial según distintos criterios: población servida, producción local, asistencia social, etc.
- Utilizar los fondos públicos aplicados al mantenimiento vial de forma certera y eficaz:
 - Planificar la asignación presupuestaria según prioridades de mantenimiento vial de los caminos.
 - Optimizar el flujo de caja anual destinado al mantenimiento de los caminos a las restricciones presupuestarias versus los índices de estado de mantenimiento vial.

- ❖ Optimizar la utilización de los recursos propios (personal y equipamiento vial).
- ❖ Mejorar los estándares de costos del mantenimiento vial mediante el ciclo de planificación y ejecución.
- ❖ Disminución de la brecha entre la programación y la ejecución presupuestaria en el mantenimiento vial (Certeza Financiera).
- ❖ Mejorar en la transparencia en la gestión vial.

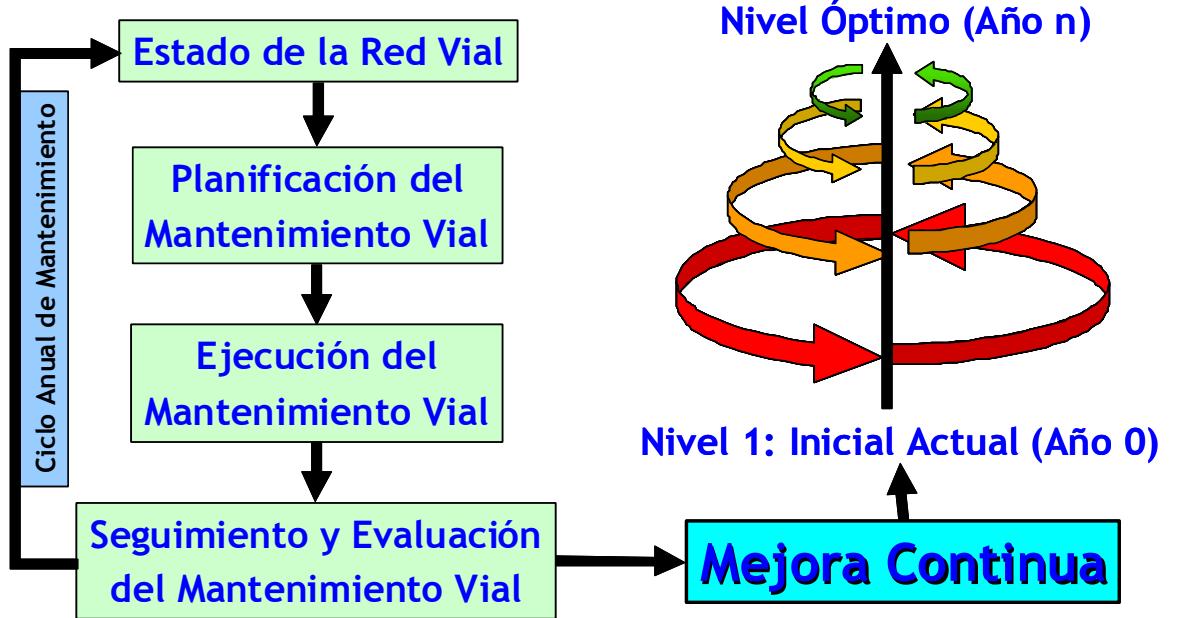
2.3 Sistemas Integrados de Gestión del Mantenimiento Vial (SIGMAVIAL)

Los Sistemas Integrados de Gestión del Mantenimiento Vial (SIGMAVIAL) constituyen una base importante para poder impulsar una buena administración, mejorar mecanismos de conservación y mantenimiento de las redes viales de los Estados Nacionales, Provinciales y/o Municipales, ya que proveen información para la toma de decisiones concernientes al estado conservación de dichas redes viales que permiten, con su adecuado mantenimiento, el desarrollo sostenible de los gobiernos.

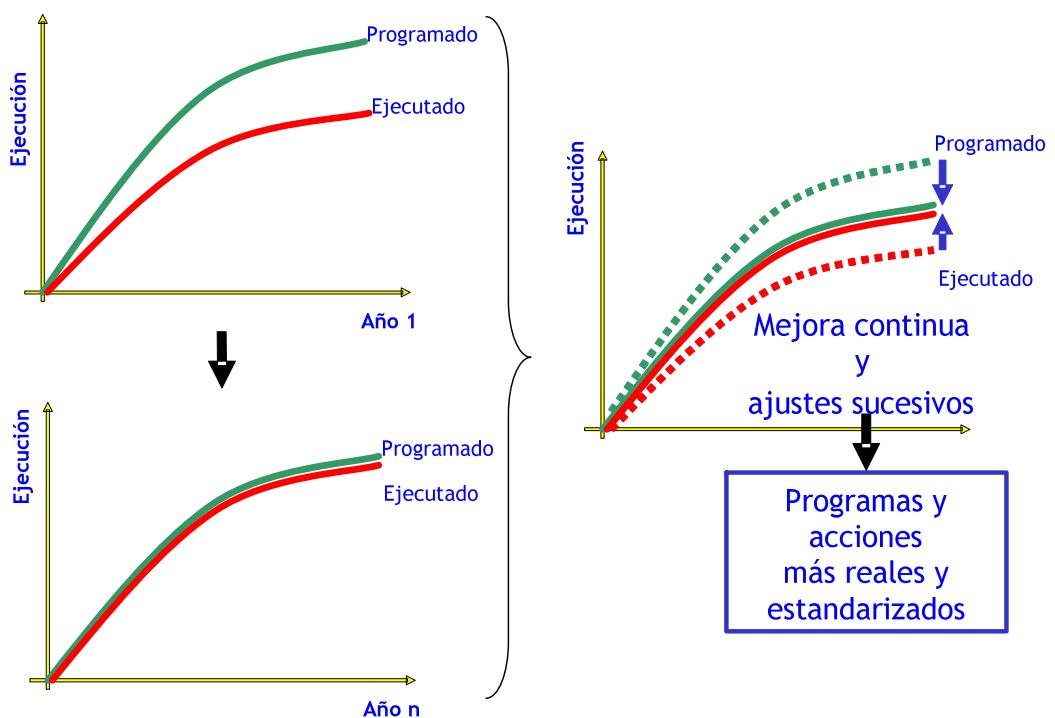
La idea fundamental es optimizar los procesos de mantenimiento, con el objeto de retardar el deterioro de todas las componentes de la red vial (inventario vial) con el fin de realizar una mejor administración financiera de la red y generar ahorros en los costos de mantenimiento de la mencionada red vial. Ello se puede observar el siguiente gráfico, donde se visualiza que el ciclo de Gerencia del Mantenimiento puede ser aplicado al Mantenimiento y a la Conservación de Rutina Vial, donde se presentan ciclos sin Mantenimiento y Conservación de Rutina (azul) y ciclos con Mantenimiento y Conservación de Rutina (verde)



Ello se realizará mediante un proceso cíclico de optimización de la gestión del mantenimiento mediante la mejora de la información recopilada y procesada, tal como se expone en el siguiente gráfico:



Este proceso de mejora continua permitirá optimizar los estándares establecidos en las fórmulas de costos y de intervención de cada una de las actividades u operaciones de mantenimiento y de conservación de la red vial, con lo cual las diferencias iniciales existentes entre lo programado (año 1) serán cada vez menores llegando a valores mínimos (año n), tal como se observa en el siguiente gráfico:



2.4 Fortalezas

A través de SIGMAVIAL que busca contribuir con soluciones actuales a las actividades de control y gestión de mantenimiento vial mediante la incorporación de herramientas y equipos que mejoren los procesos en términos de calidad, alcance, oportunidad y eficiencia de los sistemas de información

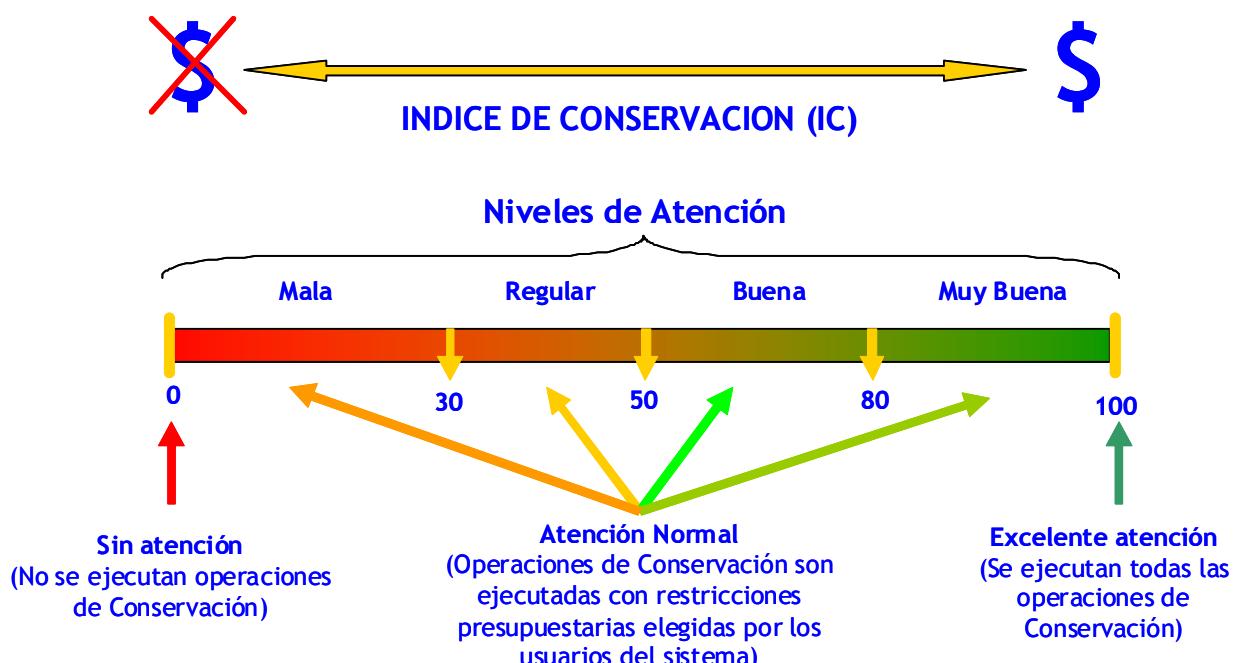
El objetivo es disponer de una herramienta totalmente integrada para la gestión del mantenimiento de la red vial, con diferentes plataformas y una única base de datos con acceso en línea.

Sin embargo, el objetivo final no es sólo para poner en práctica un software o sistema de información, lo que se pretende es obtener una solución que involucre a toda la implementación, desde el desarrollo de software para la ejecución del inventario, proporcionando un paquete completo de servicio con asesoramiento profesional tanto en ingeniería vial como en tecnología de la información.

2.5 Índice de Mantenimiento o Conservación (IC)

El Índice de Mantenimiento o de Conservación (de aquí en adelante IC) es el indicador fundamental que permite evaluar el estado de mantenimiento de la red vial. Dicho IC puede ser calculado por el sistema a nivel de tramo, ruta o camino, zona, departamento o para toda la red, según las necesidades del usuario; ello permite tener una evaluación exacta del estado de conservación de todos los elementos de inventario de la red vial de manera pormenorizada.

Como definición del IC, el mismo se expone como porcentaje donde se expresa desde un valor nulo (sin mantenimiento realizado sobre el tramo considerado o toda la red) hasta un 100% (con mantenimiento de red realizado totalmente sin restricciones presupuestarias, en un estado totalmente ideal). Ello hace que el IC siempre se ubique en valores intermedios, tendiendo a buscar su límite superior del 100%. En el siguiente gráfico se ilustra lo expuesto:



En virtud de lo expuesto, el IC es un índice que se encuentra relacionado de forma técnica y económica con cada una de las tareas, actividades u operaciones de mantenimiento o conservación a realizar en la red. Si se realizan todas las tareas de mantenimiento (caso ideal) se tendrá un IC de 100% si no se realizan todas por las restricciones presupuestarias impuestas el SIGMAVIAL calculará cuál es el IC con las restricciones presupuestarias impuestas y podrá verse entonces la aceptabilidad o no del IC como de la

aplicación de las restricciones presupuestarias. El sistema permite hacer infinitas combinaciones de aplicación de restricciones presupuestarias para obtener infinitas combinaciones de IC hasta llegar al IC óptimo de red según el criterio técnico de la organización.

El IC podrá ser programado o real según se define a continuación:

- ➡ **IC Programado:** es aquél que se calcula a partir de las tareas o actividades de mantenimiento a nivel de programación y planificación. Por lo tanto, es “ex ante” de la realización del mantenimiento vial.
- ➡ **IC Real:** es aquél que se calcula a partir de las tareas o actividades de mantenimiento efectivamente realizadas. Por lo tanto, es “ex post” de la realización del mantenimiento vial.

Por tanto, también habrá desvíos y se podrán comparar ambos índices optimizando aún más la gestión del mantenimiento vial. El sistema calcula ambos como los desvíos ocasionados generando un mejor seguimiento y control de ejecución del mantenimiento vial en la red a ser administrada.

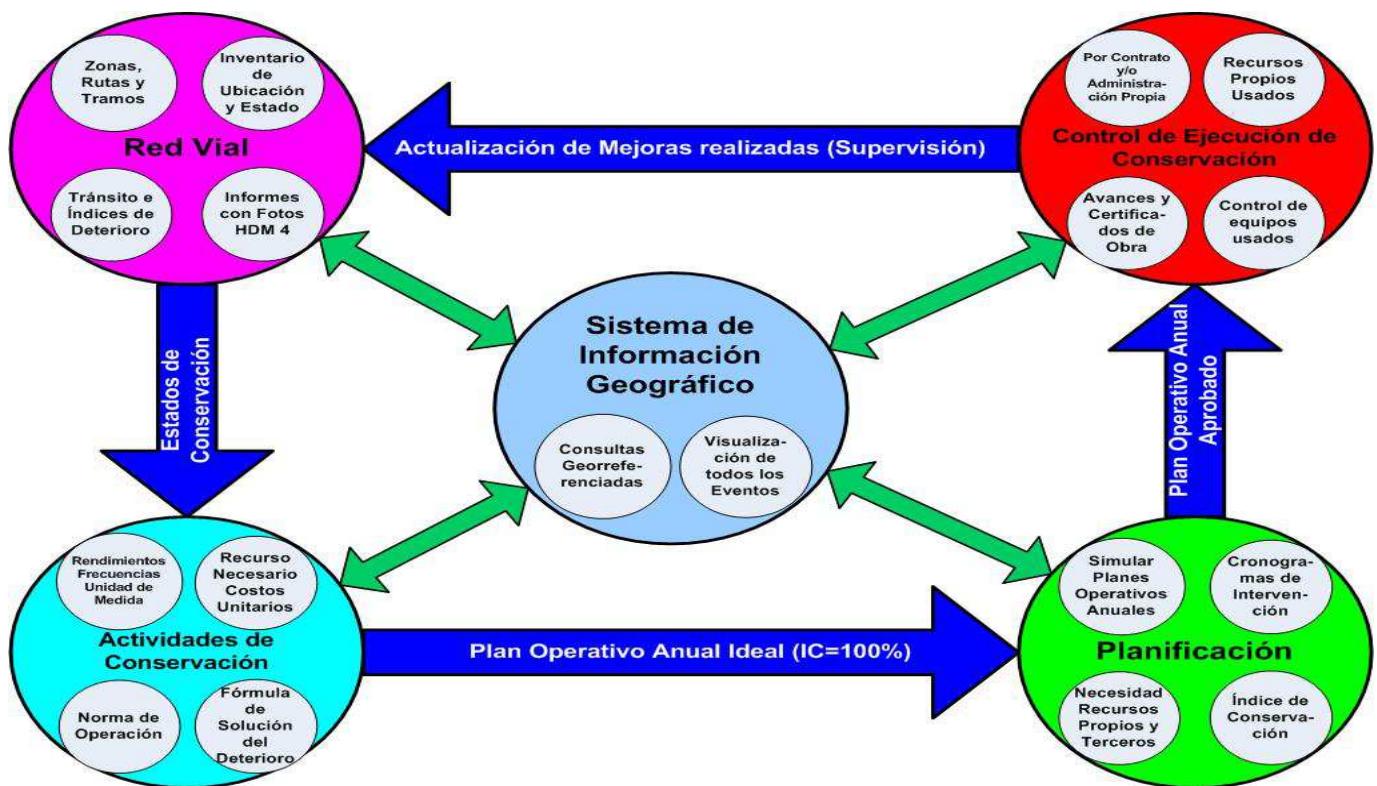
2.6 Ciclo de gestión del Mantenimiento Vial con el SIGMAVIAL.

En el siguiente cuadro se describe el ciclo completo del SIGMAVIAL aplicado al mantenimiento vial:

Red Vial	Administración de Recursos	Programación de la Conservación	Seguimiento de la Conservación
Tramificación: cada ruta o carretera de la Red Vial a administrar debe ser dividida en tramos homogéneos y codificarse los mismos. El sistema contempla el intercambio de las características de estos tramos homogéneos con el HDM IV.	Se almacenan todos los datos necesarios para cada tipo de recurso (maquinaria, mano de obra y materiales) incluyendo rendimiento unitario y costo unitario.	Operaciones de Conservación o Mantenimiento: se definirán las operaciones que se deben realizar para la planificación de la Conservación de Rutina. En ellas se consideran: descripción de la operación; norma o procedimiento de la operación; frecuencia; rendimiento de la operación; momento de intervención (por fórmula modificable por el usuario); asignación de recursos propios a la operación, incluyendo los cómputos unitarios por recurso necesarios; asignación de contratos externos; etc.	Seguimiento de Operaciones por Contratos: se realiza la carga de la certificación de los contratos asignados a una operación de conservación que se debe realizar en el tramo de una ruta.
Inventario Vial: sobre la tramificación realizada, se carga todo el inventario vial para todo el ancho de camino de la ruta. El mismo se organiza por agrupamiento, como ser: calzada, drenajes transversales y longitudinales, señalización horizontal y vertical, banquina, etc.		Determinación de cronograma de intervenciones a realizar: el sistema propone inicialmente un cronograma tentativo de ejecución de las operaciones a realizar en un año. El usuario podrá modificarlo, generando distintos cronogramas.	Seguimiento de Operaciones por Administración: deberá poder realizar la carga de los consumos reales de los recursos utilizados (maquinaria, mano de obra y materiales).
		Plan Operativo Anual (POA) sin Ajuste Presupuestario: con el cronograma solicitado el usuario deberá poder realizar el POA ideal lo que definirá un Índice de Conservación (IC) de la red ideal del 100%. Ello definirá un flujo de caja curva de inversión anuales ideales	Control de Gestión y Desvíos: permite controlar y establecer desvíos aceptables entre lo programado y ejecutado para: curvas de inversión; índices de conservación;

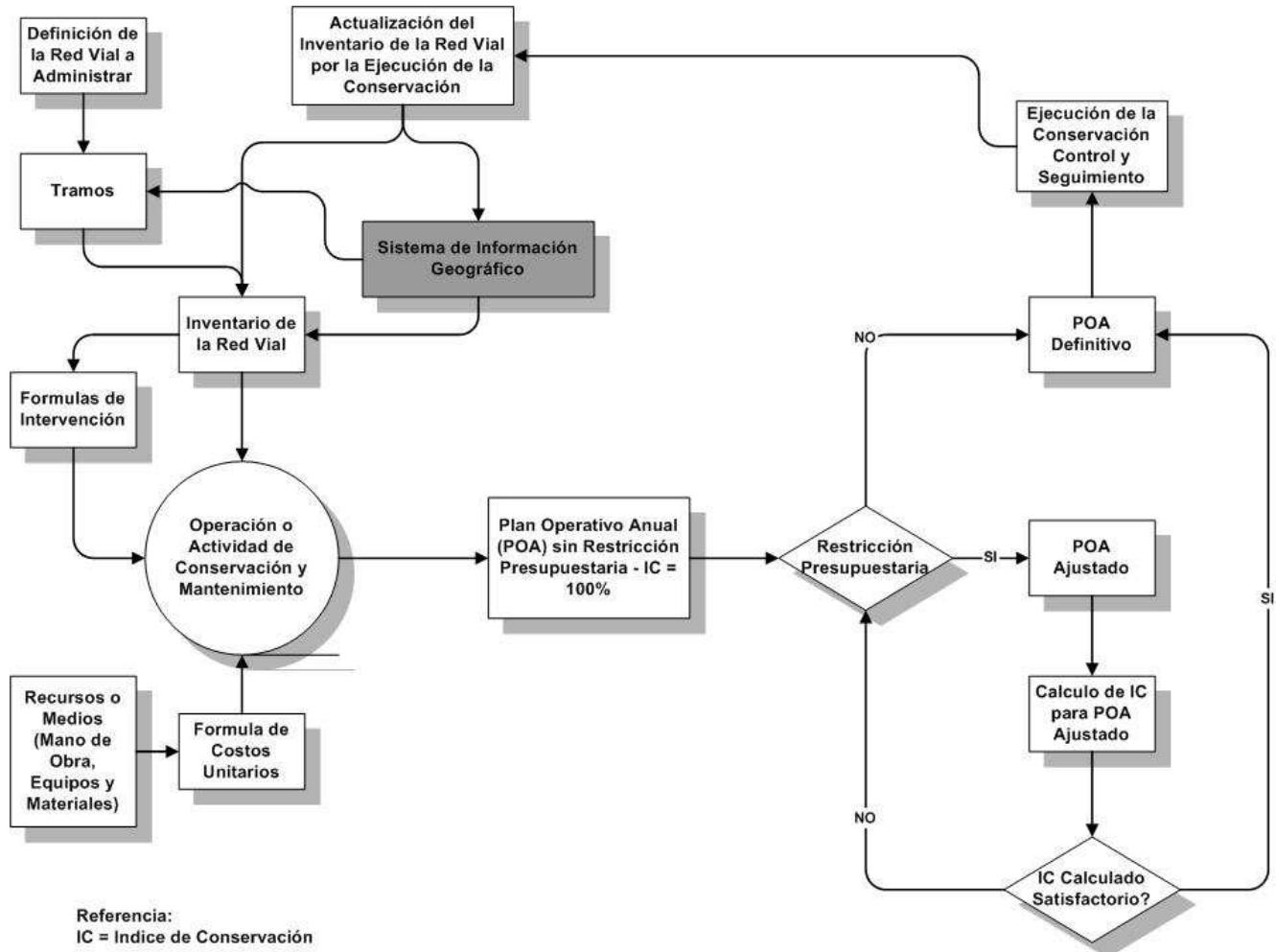
Red Vial	Administración de Recursos	Programación de la Conservación	Seguimiento de la Conservación
		sin limitaciones presupuestarias.	presupuestos; costos unitarios; etc.
		Ajuste Presupuestario: sobre el POA ideal ($IC=100\%$) se puede imponer una o varias limitaciones de fondos, lo que arrojará POAs reales ($IC<100\%$). Se pueden realizar las simulaciones que se deseen y se podrá adoptar el POA definitivo para poder ejecutarlo posteriormente.	

Este ciclo de mantenimiento vial se representa en el siguiente gráfico con sus cuatro puentes de realización, tal como se puede observar, integrados por un Sistema de Información Geográfico:



2.7 Lógica de funcionamiento del modelo propuesto.

A partir de lo expuesto anteriormente, se presenta continuación un modelo lógico de funcionamiento del modelo propuesto, donde se observa la realización de un Plan Operativo Anual (POA) de mantenimiento vial ideal (es decir sin restricciones presupuestarias con $IC=100\%$), a partir del cual se realizan sucesivas iteraciones con restricciones presupuestarias hasta encontrar el POA definitivo que será de aplicación para toda la programación y planificación del mantenimiento de la red. Sobre este POA definitivo, se realizará el seguimiento y el control de ejecución del mantenimiento vial con el fin de establecer desvíos entre lo programado y lo ejecutado en la conservación de toda o parte de la red vial analizada.



Referencia:
IC = Índice de Conservación

3. Funcionalidades del Sistema

3.1 Definición de la Red y Gestión del Inventario

3.1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES FUNCIONALIDADES

Flexibilidad para administrar zonas o distritos de conservación en el que la red puede ser dividido para facilitar la administración.

Flexibilidad para definir los niveles de detalle como carreteras y tramos de la red.

Funcionalidad de registro de localización GPS, de la geometría y el estado de los componentes de inventario en relación con la red de carreteras para cada tipo de elemento (superficie de la carretera, drenajes longitudinales y transversales, arcenes, señales verticales y horizontales, puentes, elementos de seguridad, información complementaria y reportes de incidencias, etc.), con el siguiente desglose:

- Componentes de Red Vial.
 - ❖ Rutas.
 - ❖ Tramos.
 - ❖ **Inventario Vial:** elementos de inventario por componentes (calzada, geometría, canales, drenajes transversales y longitudinales, banquinas, señalización vertical y horizontal, obras de arte, puentes, cruces, curvas, postes kilométricos, dispositivos de seguridad, información complementaria y adicional, semáforos, paradas de bus, etc.).
 - ❖ Estudios de tránsito y deterioro de calzada tanto pavimentada como no pavimentada, se registran los baches y los deterioros de manera georreferenciada con foto y tamaño de cada uno de ellos.

3.1.2 FUNCIONALIDADES ESPECÍFICAS.

- Altas, bajas y modificaciones de zonas o distritos zonales.
- Altas, bajas y modificaciones de carreteras o rutas.
- Altas, bajas y modificaciones de tramos de las distintas carreteras o rutas de la red vial, contemplando los siguientes puntos:
 - ❖ Identificación de Carretera o Ruta.
 - ❖ Codificación del tramo.
 - ❖ Descripción de origen y destino: Con lo Pk inicial y Pk final definidos con eventos absolutamente materializados.
 - ❖ Calzada: Tipo, ancho y longitud.
 - ❖ Características de tránsito por categoría.
 - ❖ Se considerará para generar un tramo de ruta homogéneo según los siguientes criterios (para permitir su total integración con el SIGMAVIAL): en primer lugar el número de ruta y el tramo según puntos principales de generación de tránsito (localidades o cruces principales que permiten identificar al tramo de ruta), en segundo lugar el tránsito específico de cada tramo y en tercer lugar sus características físicas de conservación o deterioro.

- Herramientas y funciones aplicadas a la administración de carreteras o rutas y tramos:
- Herramienta de División de Tramos, sin la pérdida del inventario vinculado a cada una de las divisiones generadas de acuerdo a la progresiva preexistente en el tramo dividido. La división contará con herramienta gráfica de división.
- Herramienta de Unificación de Tramos contiguos y consecutivos, manteniendo el inventario vinculado a cada una de los tramos unificados de acuerdo a la progresiva preexistente en cada uno de los tramos previos a la unificación.
- Herramienta de Inversión de progresiva de rutas y cambio de cero en progresiva, sin la pérdida del inventario vinculado a cada punto de la progresiva cambiada.
- Altas, bajas y modificaciones del Inventario Vial como de todos los elementos de la red vial vinculado por tramo con características físicas y geométricas, contemplando los siguientes puntos:
 - ⊕ Banquina.
 - ⊕ Zona de camino en Secciones.
 - ⊕ Señalización vertical.
 - ⊕ Señalización horizontal.
 - ⊕ Drenajes longitudinales.
 - ⊕ Drenajes transversales.
 - ⊕ Dispositivos de seguridad.
 - ⊕ Obras de arte.
 - ⊕ Puentes.
 - ⊕ Postes Kilométricos.
 - ⊕ Interferencias y Cruces.
 - ⊕ Información Complementaria o Gestión de Riesgo.
 - ⊕ Baches y deterioros en la calzada (mediante inspección visual y medición manual con foto georreferenciada). Tipificada con Manual de Inspección Visual de Pavimentos.
 - ⊕ Curvas.
 - ⊕ Paradas de Bus.
 - ⊕ A través de este módulo permitirá la carga expeditiva de datos producto de trabajos específicos para la obtención de parámetros de relevamiento en campo del estado de los elementos del inventario vial mencionados precedentemente, en lo referido no sólo a su posición y tipo de elemento de inventario sino que también a su calidad y estado de de mantenimiento y conservación.
 - ⊕ Contará con la funcionalidad de incorporar fotos, películas y croquis en distintos formatos para que queden vinculados por progresiva relevada.
 - ⊕ Consultas de datos referenciales de zonas o distritos zonales, de tramos de la red vial.
 - ⊕ Listados de zonas o distritos zonales, de tramos de la red vial.

3.1.3 EJEMPLOS DE PANTALLAS

Esta sección muestra algunos ejemplos de pantallas de los módulos correspondientes a la gestión de inventario y de la red vial.

T Características del Tramo

Zona:	[01] - Zona 01
Municipio:	Managua
Ruta:	NI009 [NI009] - Ruta Nacional NIC 9
Sentido:	0 Vía única de dos carriles
Código:	025
Tramo:	EMP MUY MUY _ LM MM MATAGALPA
Longitud:	15,143 Km
Ancho de Calzada:	m
Nº de Carriles:	
Tipo Calzada:	[HDM 4] - Bituminosa
Tipo de Terreno:	O - Ondulado
Observaciones:	

Botones: Modificar, Limpiar, Salir

Fondo de Mantenimiento Vial - [Tramos]

Tramos								
Filtro								
<input type="checkbox"/> Zona	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Tramo	<input type="button"/>	<input type="radio"/> Pavimentados	<input type="radio"/> No Pavimentados	<input type="radio"/> Todos		
<input type="checkbox"/> Ruta	<input type="text"/>							
01	NI002	NI0020070	EMP EL GRAJINAN _PTE OCHOMOGO	16,61	Bituminosa	6,00		
01	NI002	NI0020075	PTE OCHOMOGO _ LM BELEN RIVAS	25,07	Bituminosa	6,00		
01	NI002	NI0020080	LM BELEN RIVAS _RIVAS	5,04	Bituminosa			
01	NI003	NI0030020	MATAGALPA _EL ARENAL	14,15	Bituminosa			
01	NI003	NI0030025	EL ARENAL _ JINOTEGA	17,99	Bituminosa			
01	NI009	NI0090025	EMP MUY MUY _LM MM MATAGALPA	15,14	Bituminosa			
01	NI009	NI0090030	LM MUY MUY MATAG _LM MATAG SRAM	21,84	Bituminosa			
01	NI009	NI0090035	LM MATAG SAN RAMON _SAN RAMON	3,85	Bituminosa			
01	NI018	NI0180500	DIRIMBAMBA _ EMP LA BOQUITA	27,49	Bituminosa	5,00		
01	NI018	NI0180505	EMP LA BOQUITA _ CASARES	2,85	Bituminosa			
01	NI022	NI0220000	LA PAZ CENTRO _EMP VIEJO LEON	10,86	No Pavimentad			
01	NI023	NI0230500	JUJALPA _EMP BETULIA	15,46	No Pavimentad			
01	NI023	NI0230505	EMP BETULIA _ LA LIBERTAD	17,51	No Pavimentad			
01	NI025	NI0250005	ACOYAPA _PUENTE EL	34,99	Bituminosa			
01	NI025	NI0250010	PUENTE EL OYATE _PAJARO NEGRO	22,21	Bituminosa			

Botones: Agregar, Eliminar, Modificar, Dividir Tramo, Unificar Tramos, Listar, Salir

Fondo de Mantenimiento Vial - [Inventario Vial]

Drenajes Transversales - NI0030020									
Ordenado por									
<input type="radio"/> Tipo de Drenaje	<input type="radio"/> Progresiva	<input type="radio"/> Longitud	<input type="radio"/> Fecha						
Progresiva (Km)	Tipo de Drenaje	Tipo de Sección	Longitud J(m)	Nro Bocas	Area (m2)	L (m)	H (m)	a	
131,055	Alcantarilla	Circular	7,000	1,000	0,657				
134,445	Alcantarilla	Circular	10,000	1,000	0,456				
135,977	Alcantarilla	Circular	11,700	1,000	0,456				
142,902	Alcantarilla	Circular	12,000	1,000	0,456				
131,515	Alcantarilla	Circular	12,300	1,000	0,657				
139,681	Alcantarilla	Circular	13,000	1,000	0,456				
140,127	Alcantarilla	Circular	13,000	1,000	0,456				
138,204	Alcantarilla	Circular	13,200	1,000	0,456				
137,841	Alcantarilla	Circular	13,300	1,000	0,657				
131,927	Alcantarilla	Circular	13,400	1,000	0,456				
131,184	Alcantarilla	Circular	13,500	1,000	0,456				

Botones: Modificar, Eliminar, Listar, Salir

Inventario:

- <Salir>
- Señalización Horizontal
- Señalización Vertical
- Drenajes Longitudinales
- Drenajes Transversales**
- Obras de Arte
- Dispositivos de Seguridad
- Banquinas
- Información Complementaria
- Escojedor

Señal Horizontal

Tipo de Señal Horizontal: Flechas
Código: [M-3.2] - Flecha sencilla (<60kph)
Progresiva Inicial (Km): 118.499 **Longitud (Km):** _____
Lado: Derecho **Área (m2):** 1.21
Vialetas : No Existe

Coordenadas WGS84:
Lat 1 +12°55'15.678" Lon 1 -86°00'35.982" Alt 1 650.933 GPS1
Lat 2 _____ Lon 2 _____ Alt 2 0.000 GPS2

Condición de la Señal: Buena
Reflectividad (mcdlux.m2): 190 **Condición de Reflectividad:** _____
Color de la Señal: Blanco
Material: [EF] - En frío

Observaciones: _____

Modificar **Salir**

Señalización Vertical

Tipo de señal: [PE] - REGLAMENTACIÓN
Código: LIMITE VELOCIDAD MAXIMA - R:15. (1)
Progresiva (Km): 6.055 **Lado:** Derecho
Coordenadas WGS84: _____
Ubicación: Correcta
Lat 1 -24°13'52.32" Lon 1 -65°20'53.172" Alt 1 1466.597 GPS1
Tipo de sección: Rectangular
 Mínima Estándar Especial Señal Combinada
Altura Básica: Hb: 130,00 (cm)
Dimensiones:
Ancho / Diametro: 50,00 (cm)
Alto: 80,00 (cm)
Area Sección: 0,48000 (m2)



Capturar **Agregar** **Visualizar** **Eliminar**

Legenda: 40 MAXIMA
Condición Estructural: [B] - Buena
Valor de Reflectividad (mcdlux.m2): 20,00 **Condición visual:** Buena
Existe la señal: Si No **Material:** [VM] - Vehicular Metálica

Observaciones: _____

Modificar **Salir**

Drenajes Longitudinales

Progresiva Inicial (Km): 1,913 **Longitud (m):** _____
Tipo de Drenaje: [ALH] - Alcantarilla L. Horm
Tipo de Sección: [C] - Cajon
Desarrrollo Secc. (m): 3,2 **Ubicación:** Izquierdo

Coordenadas WGS84:
Lat 1 -24°12'6.588" Lon 1 -65°20'3.504" Alt 1 1374.125 Limpiar1
Lat 2 _____ Lon 2 _____ Alt 2 0.000 GPS2

Grado de Conducción: Bueno (Sed. menor de 20%)
Condición Estructural: Buena
Rectificación Cunetas: No

Observaciones: _____

Modificar **Salir**

Drenajes Transversales

Progresiva (Km): 8.121 **Longitud (m):** _____
Coordenadas WGS84:
Lat -24°10'9.234" Lon -65°23'39.72" Alt 1438.050 Limpiar1

Tipo de Drenaje: [A] - Alcantarilla
Tipo de Sección: Cajon
Material: Hormigón

Dimensiones: Nro Bocas: 2
 Datos para Calcular L (m) 1,5 H (m) 1,2
 Carga Manual Área de la sección: 3,0 (m2)

Condición Estructural: Buena
Grado de Conducción: Reg (Sed. 20%-40%) **Estado del Delantal:** Buena
Estado de Cabeza: Buena **Estado de Bajantes:** No Existe
Estado de Aleton: Buena **Estado de Cauce:** Sedimentado
Altura de relleno (m): 1,2 **Rodamiento (m):** 7 **Limpieza y Rectificación Cauce (m3):** 26

Observaciones: _____

Modificar **Salir**

Obras de Arte

Progresiva Inicial (Km): 1,183 **Longitud Total (m):** 75,229
Tipo de Obra de Arte: [MC] - Muro de Contención
Tipo de Material: _____
Sección: Cajón
Lado: Izquierdo

Coordenadas WGS84:
Lat 1 -24°10'45.654" Lon 1 -65°20'9.444" Alt 1 1359.421
Lat 2 -24°10'45.474" Lon 2 -65°20'12.102" Alt 2 1363.220

Condición de la Obra de Arte: Buena
Volumen de reparación (m3): _____

Observaciones: ALTURA VARIABLE

Modificar **Salir**

Puentes

Progresiva Inicial (Km): 19.498 **Longitud (Km):** 0,1195 **Ancho Puente (m):** 12,8 **Puente Señalizado:**
Tipo de Puente: [FH] - Puente de Hormigón Armado **Condición:** Buena **Pintura de Puente (m2):** _____
Baranda: [MT] - Metalica **Condición:** Buena **Pintura de Baranda (m2):** 864
Estrado: [HWG] - Hormigón **Condición:** Buena **Junta del Puente:** Buena
Piso/Tablero: [PLH] - Losa de Hormigón **Condición:** Buena

Coordenadas WGS84:
Latitud 1 -24°10'10.482" Longitud 1 -65°29'25.008" Altura 1 1802.625 Limpiar1
Latitud 2 _____ Longitud 2 _____ Altura 2 0.000 GPS2

Columnas:
Sección (cm2): 145600 Cantidad: 2
Tipo de Columna: [PC] - Pared Corrida
Condición: Buena

Vigas:
Sección (cm2): 15750 Cantidad: 2
Material: [VHA] - Hormigón Armado
Condición: Buena

Apoyo:
Material: [ALMNEO] - Almohadilla de Neopreno
Nº Apoyos con Defecto: 12

Imagenes


Editar Fotos

Ancho Calzada (m): 8,4 **Ancho de Andén (m):** 2,2 **Luz Mayor (m):** 38,7 **Nro.Vanos:** 3
Losa de Aproximación: _____ **Nombre del Puente:** RIO REYES
Altura Libre SVAccidente (m): 10

Bache y Daño en Pavimento

Progresiva (Km): 3.070
Coordenadas WGS84:
Lat₁ -24°10'37.296" Lon₁ -65°21'11.52" Alt₁ 1377.966 GPS1
Lat₂ _____ Lon₂ _____ Alt₂ 0.000 GPS2

Tipo de Daño: Código: _____
Tipo de Calzada: Pavimentos Flexibles
Clase de Daño: Grietas
Tipo de Daño: PF14 - Bloque
Ancho (m): 15
Longitud (m): 0 Sup (m2): 0

Severidad: Alta
Observaciones:

Capturar Agregar Visualizar Eliminar Modificar Salir

Casetas de Bus

Tipo de Evento: Paradas (casetas) de bus
Progresiva Inicial (Km): 0.285 Longitud (m): 0
Lado: Derecho

Coordenadas WGS84:
Lat₁ -24°14'45.87" Lon₁ -65°12'50.436" Alt₁ 1147.865 Limpiar1
Lat₂ _____ Lon₂ _____ Alt₂ 0.000 GPS2

Material: [PM] - Peatonal Metálica
Existe: Sí
Rehabilitar: Techo Estructura Fascias Bancas Pintura

Observaciones:

Modificar Salir

Dispositivos de Seguridad

Elemento: Postes Guía
Progresiva Inicial (Km): 15.800 Longitud (km): 0,0388
Lado: Derecho

Coordenadas WGS84:
Lat₁ -24°10'54.24" Lon₁ -65°27'33.162" Alt₁ 1666.917 Limpiar1
Lat₂ -24°10'54.048" Lon₂ -65°27'34.302" Alt₂ 1646.000 Limpiar2

Total de Postes: 9 Postes a Pintar: 9 Postes a Reponer: _____

Condición Física: Buena
Observaciones: SEPARACION 2.5M

Modificar Salir

Banquinas

Progresiva Inicial (Km): 13.114 Longitud (Km): 6,3045
Ancho Banquina (m): 2 Lado: Izquierdo

Tipo de Banquina: [R] - Hombro de Río
Condición: Buena

Coordenadas WGS84:
Lat₁ -24°11'20.286" Lon₁ -65°26'8.676" Alt₁ 1554.342 GPS1
Lat₂ -24°10'12.942" Lon₂ -65°29'24.774" Alt₂ 1800.575 GPS2

Observaciones:
ERROR: 1.10 ANCHO

Modificar Salir

Gestión de Riesgo

Tipo de Evento: Escuela
Progresiva Inicial (Km): 14.654 Longitud (m): 0
Lado: Izquierdo

Característica: ESCUELA N°302 ESTADOS UNIDOS DE BRASIL

Coordenadas WGS84:
Lat₁ -24°11'9.732" Lon₁ -65°27'0.06" Alt₁ 1648.491 Limpiar1
Lat₂ _____ Lon₂ _____ Alt₂ 0.000 GPS2

Observaciones:

Capturar Agregar Visualizar Eliminar Modificar Salir

Cruces

Progresiva (Km): 1.015 Longitud (m): _____
Coordenadas WGS84:
Lat₁ -24°14'33.696" Lon₁ -65°12'30.246" Alt₁ 1138.566 GPS1
Lat₂ _____ Lon₂ _____ Alt₂ 0.000 GPS2

Tipo de Cruce: [S] - Tipo Y Salida
Lado: Derecho

Característica: ACCESO A PALPALÁ

Observaciones:

Modificar Salir

3.2 Planificación del Mantenimiento

3.2.1 PRINCIPALES FUNCIONALIDADES

- Actividades, Tareas y Operaciones del Mantenimiento y de la Conservación, con fórmulas de costos unitarios y de intervención sobre tramos según deterioro.
- Ajustes regionales (por zona) y de temporada (estacionalidad).
- Parámetros del Índice de Mantenimiento o Conservación.
- Programación específica del Mantenimiento y la Conservación, con los siguientes puntos:

- ⊕ Generación de cronogramas de actividades de mantenimiento a nivel de zona, departamento o Nacional.
- ⊕ Generación de Planes Operativos Anuales por Zona, Departamento o Nacional sin restricción presupuestaria (caso ideal con índice de conservación igual al 100%).
- ⊕ Generación de Planes Operativos Anuales por Zona, Departamento o Nacional con restricción presupuestaria. Cálculo del índice de conservación una vez impuesta la o las restricciones presupuestarias. Aprobación del POA por satisfacción del índice de conservación.
- ⊕ Realización de la cantidad de simulaciones de distintos tipos de tareas de mantenimiento y conservación a realizar sobre la red vial a nivel de zona, departamento o nacional, según selección del usuario. Elección de la solución óptima entre todas las simuladas.

3.2.2 FUNCIONALIDADES ESPECÍFICAS.

- ▣ Altas, bajas y modificaciones de operaciones o tareas de mantenimiento o conservación posibles de ser realizadas.
- ▣ Altas, bajas y modificaciones de asignación (cómputo físico y costos unitarios) a cada operación o tarea de mantenimiento o conservación de equipos viales, tipo de mano de obra y cuadrilla tipo por zona, de acuerdo con su ubicación física.
- ▣ Altas, bajas y modificaciones de asignación de equipos viales (cómputo físico y costos unitarios) por tipo de tarea a realizar, de acuerdo con consumos unitarios estándares de ejecución.
- ▣ Altas, bajas y modificaciones de asignación de materiales (cómputo físico y costos unitarios) requeridos, previa verificación del stock; por tipo de tarea a realizar, de acuerdo con consumos unitarios estándares de ejecución.
- ▣ Altas, bajas y modificaciones de asignación de mano de obra (cómputo físico y costos unitarios) tipo y cuadrilla tipo por tipo de tarea a realizar, de acuerdo con consumos unitarios estándares de ejecución.
- ▣ Altas, bajas y modificaciones de las fórmulas de intervención para cada tarea u operación de mantenimiento o conservación.
- ▣ Altas, bajas y modificaciones de asignación de tareas programadas por tramo de la red vial.
- ▣ Cálculo automático de las intervenciones a realizar sobre cada elemento de inventario en cada tramo de cada tarea u operación de mantenimiento que surjan del estado de conservación de dichos elementos de inventario según la fórmula de intervención definida por el usuario.
- ▣ Generación, a partir de cálculo mencionado precedentemente, de cronogramas programados de uso de equipos, materiales y mano de obra por tramo, por zona y por la red vial.

- Generación y cálculo de costos programados por uso de equipos, materiales y mano de obra por kilómetro, por tramo, por zona y por la red vial.
- Generación y cálculo del Plan Operativo Anual (POA) con y sin restricción presupuestaria por kilómetro, por tramo, por zona y por la red vial.

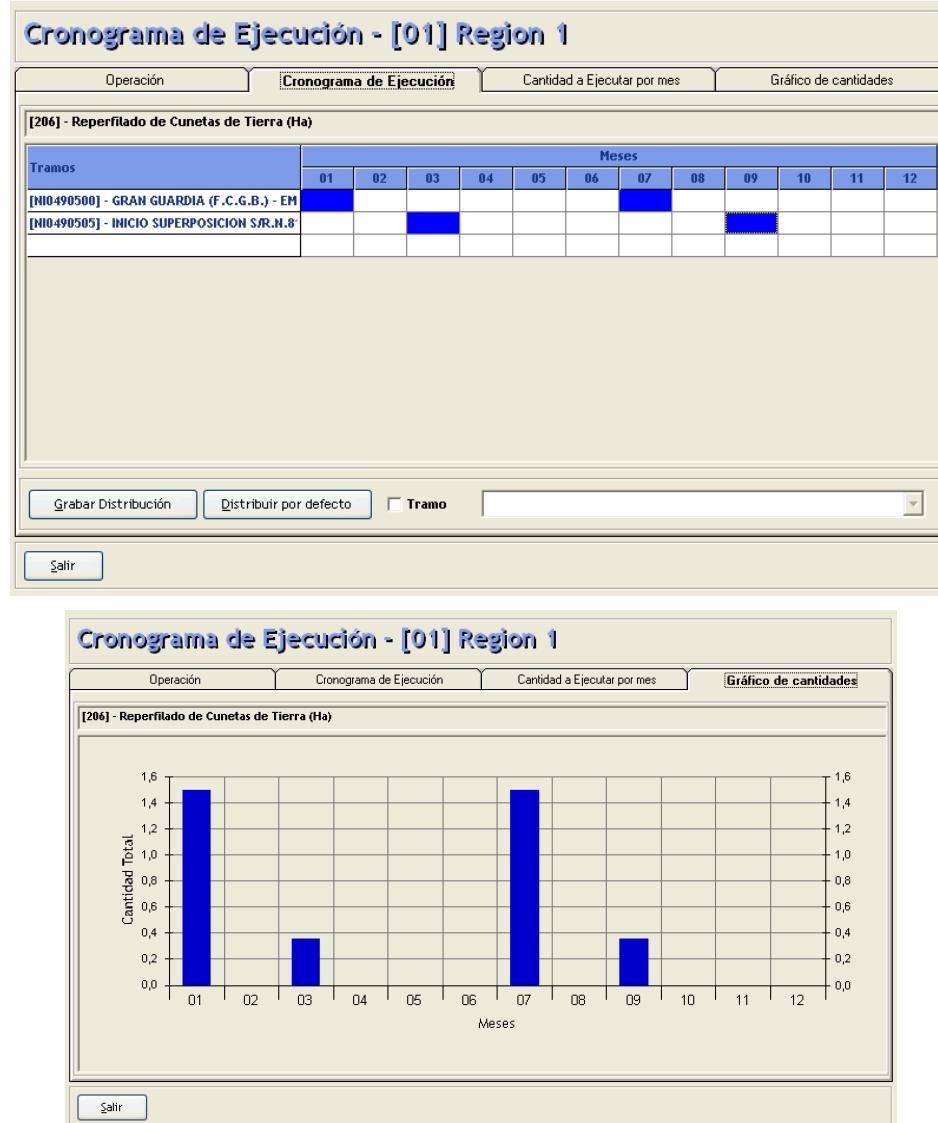
3.2.3 EJEMPLOS DE PANTALLAS

En esta sección se muestran ejemplos de pantallas de los módulos de planificación y seguimiento de mantenimiento

Operaciones de Conservación						
Ordenar:						
Código	Nombre	Rendimiento Medio Diario	Frecuencia Anual	Unidad	Agrupamientos	
101	Bacheo Superficial en Pavimentos de Asfalto con elab.	60	0.8	M2	Calzada	
102	Bacheo Profundo en Pavimentos de Asfalto con elab.	30	0.8	M2	Calzada	
103	Sellado de Fisuras y Grietas en Pavimentos de Asfalto	300	0.5	M	Calzada	
104	Mantenimiento de Banquinas no Pavimentadas en Vía	7	1.5	Ha	Calzada	
105	Reposición localizada de material en banquinas no pavimentadas	60	1	M3	Calzada	
106	Sellado de la Superficie Bacheada	160	1	M2	Calzada	
111	Sellado de Juntas y Grietas en Pavimentos de Hormigón	300	0.5	M	Calzada	
121	Enripiado Parcial de Calzada	150	1	M3	Calzada	
122	Bacheo en Caminos de Ripio	50	2	M3	Calzada	
123	Reposición en Caminos de Ripio o Mejorados	5	12	Ha	Calzada	
124	Reperfilado en Caminos de Ripio o Mejorados	6	2	Ha	Calzada	
131	Bacheo en Caminos Naturales	50	1	M3	Calzada	
132	Reposición en Caminos Naturales	3.5	12	Ha	Calzada	
133	Reperfilado en Caminos Naturales	4	2	Ha	Calzada	
134	Riego de Agua	80	12	M3	Calzada	
201	Limpieza Manual de Alcantarillas	2	1	U	Drenajes	
202	Limpieza Mecánica de Alcantarillas	3	1	U	Drenajes	

OP Operaciones de Conservación

Operación: Limpieza Mecánica de Alcantarillas																																									
<input type="button" value="Agregar"/> <input type="button" value="Modificar"/> <input type="button" value="Eliminar"/> <input type="button" value="Norma de Operación"/> <input type="button" value="Listar"/> <input type="button" value="Salir"/>																																									
<table border="1"> <tr> <td>Datos Básicos</td> <td>Agrupamiento</td> <td>Descripción</td> <td>Medios</td> <td>Contratos</td> </tr> <tr> <td>Nombre: Limpieza Mecánica de Alcantarillas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Código: 202</td> <td>Unidad de medida: [U] - Unidad</td> <td>Fecha: 02/07/2013</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rendimiento Diario (Unidades/Día): 3</td> <td>Frecuencia Anual (Veces/Año): 1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tipo de operación: Rutinaria</td> <td>Afecta: Ambas</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Como esta operación es rutinaria la frecuencia anual multiplicará la cantidad a operar.</td> </tr> <tr> <td colspan="5"> Observaciones: Se incluye en esta tarea los drenajes transversales y longitudinales (alcantarillas laterales accesos). Se considera que esta tarea se ejecuta en todos los drenajes así su condición de conducción sea B, R, o M. </td> </tr> <tr> <td colspan="5"> <input type="button" value="Modificar"/> <input type="button" value="Fórmula"/> <input type="button" value="Limpiar"/> <input type="button" value="Salir"/> </td> </tr> </table>		Datos Básicos	Agrupamiento	Descripción	Medios	Contratos	Nombre: Limpieza Mecánica de Alcantarillas					Código: 202	Unidad de medida: [U] - Unidad	Fecha: 02/07/2013			Rendimiento Diario (Unidades/Día): 3	Frecuencia Anual (Veces/Año): 1				Tipo de operación: Rutinaria	Afecta: Ambas				Como esta operación es rutinaria la frecuencia anual multiplicará la cantidad a operar.					Observaciones: Se incluye en esta tarea los drenajes transversales y longitudinales (alcantarillas laterales accesos). Se considera que esta tarea se ejecuta en todos los drenajes así su condición de conducción sea B, R, o M.					<input type="button" value="Modificar"/> <input type="button" value="Fórmula"/> <input type="button" value="Limpiar"/> <input type="button" value="Salir"/>				
Datos Básicos	Agrupamiento	Descripción	Medios	Contratos																																					
Nombre: Limpieza Mecánica de Alcantarillas																																									
Código: 202	Unidad de medida: [U] - Unidad	Fecha: 02/07/2013																																							
Rendimiento Diario (Unidades/Día): 3	Frecuencia Anual (Veces/Año): 1																																								
Tipo de operación: Rutinaria	Afecta: Ambas																																								
Como esta operación es rutinaria la frecuencia anual multiplicará la cantidad a operar.																																									
Observaciones: Se incluye en esta tarea los drenajes transversales y longitudinales (alcantarillas laterales accesos). Se considera que esta tarea se ejecuta en todos los drenajes así su condición de conducción sea B, R, o M.																																									
<input type="button" value="Modificar"/> <input type="button" value="Fórmula"/> <input type="button" value="Limpiar"/> <input type="button" value="Salir"/>																																									



3.3 Seguimiento, Control de Ejecución y Monitoreo del Mantenimiento

3.3.1 PRINCIPALES FUNCIONALIDADES

- ❖ Seguimiento y Control de Ejecución del Mantenimiento y de la Conservación, ya sea por Contrato Externo o por Administración propia.
 - ❖ Avance físico y financiero por Contrato y/o Contratista.
 - ❖ Avance físico y financiero por Administración Propia.

3.3.2 FUNCIONALIDADES ESPECÍFICAS.

- ❖ Altas, bajas y modificaciones de avances reales de ejecución de tareas de mantenimiento, por contrato y por administración propia.
- ❖ Altas, bajas y modificaciones de costos reales de ejecución de tareas de mantenimiento, por tipo de insumo (equipos, materiales y mano de obra).
- ❖ Cálculo de costos reales de tareas de conservación de rutina por kilómetro, por tramo y por zona.

- Cálculo del Índice de Conservación Real, por tramo, zona o de toda la red, según el mantenimiento realizado.
- Desvíos de consumos y costos proyectados, programados y reales de tareas de conservación de rutina por kilómetro, por tramo y por zona.
- Desvíos del Índice de Conservación Programado y Real, por tramo, zona o de toda la red, según el mantenimiento realizado.
- Generación de cronogramas de ejecución física y ejecución financiera reales de tareas de conservación y mantenimiento.
- Desvíos en los cronogramas de ejecución física y ejecución financiera proyectados, programados y reales de tareas de conservación y mantenimiento.
- Desvíos en los presupuestos proyectados, programados y reales de tareas de conservación de rutina.

3.3.3 EJEMPLOS DE PANTALLAS

En esta sección se muestran ejemplos de pantallas de los módulos de planificación y seguimiento de mantenimiento

The screenshot shows a software interface titled 'Contratos'. It includes fields for 'Nro. Contrato' (345345), 'Contratista' (CO.TRA.SUR LTDA.), 'Tipo de Contrato' ([C-REMA] - Contrato CREMA), 'Fecha Inicio' (01/01/2004), and 'Plazo Ejecución (meses)' (12). Below these are sections for 'Descripción' (Maintenance of curb revetments) and 'Operaciones contratadas' (Contracted Operations). A table lists operations like 'Limpieza de Cunetas Revestidas' and 'Reparaciones Menores de Cunetas Revestidas' with their respective units (M and Km), prices (1.00 and 1.00), quantities (19.00 and 2.00), and totals (19.00 and 2.00). At the bottom, there are buttons for 'Guardar' (Save) and 'Salir' (Exit).

The screenshot shows a software interface titled 'Tramos Incluidos en el Contrato'. It displays two tables of segments. The left table lists segments with checkboxes and unitary prices: [101] - Bacheo Superficial en Pavimentos de Asfalto (2.00), [102] - Bacheo Profundo en Pavimentos de Asfalto (1.00), [103] - Sellado de Fisuras y Grietas en Pavimentos (1.00), [111] - Sellado de Juntas y Grietas en Pavimentos (1.00), [134] - Riego de Agua (1.00), [202] - Limpieza Mecánica de Alcantarillas (1.00), [203] - Pintura de Alcantarillas (1.00), [207] - Mantenimiento Manual de Cunetas de Tier (1.00), [208] - Limpieza de Cunetas Revestidas (1.00), [209] - Reparaciones Menores de Cunetas Revestidas (1.00), [501] - Repintado de Señalización Horizontal en F (1.00), [504] - Reposición de Señales Verticales (1.00), [505] - Limpieza de Señales Verticales (1.00), and [801] - Tareas Imprevistas, auxilios, incendios, etc. (1.00). The right table lists segments with checkboxes and quantities: [N10020070] - EMP EL GRAJINAN _ PTE C (1.71), [N10030020] - MATAGALPA _ EL ARENAL (0.20), [N10090025] - EMP MUJ MUJ _ LM MM N (16.65), [N10090030] - LM MUY MUY MATAG_LM (25.74), [N10090035] - LM MATAG SAN RAMON_S4 (4.28), [N10180500] - DIRIMBAMBA _ EMP LA BO (42.96), [N10180505] - EMP LA BOQUITTA _ CASAR (0.84), [N10250005] - ACOYAPA _ PUENTE EL (0.12), [N10280020] - FIN DOBLE VIA_LOS BRAS (1.39), [N10281000] - LA PIEDRITAS _ CUESTA I (2.59), [N10281005] - CUESTA H Y M_ENT CDAD (0.43), [N10282000] - LAS PIEDRITAS_CUESTA H (0.10), [N10520005] - FIN ASFALTO _ PTO SAND (7.60), [N10520500] - EMP EL VELERO_EMP PTA (3.54), and [N10520505] - EMP PTA TISCUKO_PTE L (4.03). At the bottom, there are buttons for 'Aceptar' (Accept) and 'Salir' (Exit).

Avance de Tareas por Contrato

Zona: [01] - Zona 01 Ruta: [NI002] - Ruta Nacional NIC 2

Tramo: [NI0020075] - PTE OCHOMOGO _ LM BELEN RIVAS

Contratista: INGENIERIA VIAL S DE RL

Contrato: 10001 Tipo de Contrato: [C-REMA] - Contrato CREMA

Nro. Tarea: 2 Fecha Desde: Hasta:

Operación	U.M.	Cantidad Contratada	Presente Certificado	Total Hasta Certif. anterior inclusive	Tot Pres
[101] - Bacheo Superficial en Pavimentos de Asfalto	M2	1	0.00	1.00	
[102] - Bacheo Profundo en Pavimentos de Asfalto	M2	1	0.00	0.50	

[<] [>]

Total Presente Certificado (\$): 0.00

Observaciones

[Agregar](#)
[Eliminar](#)
[Modificar](#)
[Buscar](#)
[Limpiar](#)
[Salir](#)

3.4 Plataforma Móvil

3.4.1 FUNCIONALIDADES ESPECÍFICAS.

El sistema incluye la funcionalidad móvil usando Tablet PCs con receptores GPS para realizar la recolección de datos directamente en el campo. Este sistema móvil tiene la capacidad de integrar capturas de imágenes con otros datos detallados que se especifican para cada tipo de elemento de inventario como parte de la red vial, incluyendo, por ejemplo, las características de la calzada. El software móvil incluye todos los datos necesarios para trabajar fuera de línea en lugares con poca infraestructura de comunicación y está totalmente integrado con el sistema de mantenimiento central a través de funciones de sincronización.

Este software móvil dispone de capacidad, no sólo para introducir datos específicos de elementos de inventario, sino también para ser utilizado en la registración del estado de mantenimiento.

El sistema dispone de funcionalidad para capturar fotos y videos relacionados con posiciones de progresiva recopiladas de forma automática a través del receptor GPS.

3.4.2 EJEMPLOS DE PANTALLAS

Esta sección muestra algunos ejemplos de pantallas de la plataforma móvil:

The image displays three screenshots of mobile application interfaces for road maintenance management:

- Screenshot 1: Progresiva y Distancia al Tramo más Cercano**
A window titled "Progresiva y Distancia al Tramo más Cercano". It contains fields for "RUTA" (Route) and "TRAMO" (Segment), and buttons for "PROGRESIVA (Km)" and "DISTANCIA (Km)". Below these are input fields for "GMT", "Fecha" (Date), "Latitud" (Latitude), "Longitud" (Longitude), "Altura" (Altitude), "Velocidad" (Speed), "Bearing", and "HDOP" (Horizontal Dilution of Precision). To the right are buttons for "Satélites en uso" (Used Satellites), "Satélites visibles" (Visible Satellites), "Estado" (Status), "Calidad" (Quality), "Modo" (Mode), "Lat. Grado Decimal" (Lat. Decimal Degree), "Lon. Grado Decimal" (Lon. Decimal Degree), "Configurar Puerto" (Configure Port), and "Configurar Hora Local" (Configure Local Time). At the bottom are "CALCULAR PROGRESIVA" and "Salir" buttons.
- Screenshot 2: Sistema Integral de Gestión y de Mantenimiento Vial - Tablet - root - [Inventario Vial]**
A window titled "Sistema Integral de Gestión y de Mantenimiento Vial - Tablet - root - [Inventario Vial]". The menu bar includes "Menu", "Red Vial", "Seguimiento", "Ventana", "Utilitarios", "Ocultar Menu", and "Salir". The main area shows a tree view under "Tramos" and a list of "Inventario" items: Señalización Horizontal, Señalización Vertical, Drenajes Longitudinales, Drenajes Transversales, Obras de Arte, and Puentes. A central panel titled "Señalización Vertical - NI0030010 (116,303 - 118,541)" lists signal details ordered by "Progresiva" (Progressive) and shows a table of signals with columns: Progresiva (Km), Tipo de Señal (Signal Type), Código (Code), Lado (Side), Sección (Section), Existe (Exists), and Cond. (Condition). Buttons at the bottom include "Agregar" (Add), "Duplicar" (Duplicate), "Modificar" (Modify), "Listar" (List), and "Secuencia" (Sequence). A "Salir" button is also present.
- Screenshot 3: Señalización Vertical**
A detailed configuration window for "Señalización Vertical". It includes fields for "Tipo de señal" (Signal Type) set to "[RE] - REGLAMENTACION", "Código" (Code) set to "LIMITE VELOCIDAD MAXIMA - [R15. (1)]", "Progresiva (Km)" (Progressive Km) set to "6.055", "Lado" (Side) set to "Derecho", "Coordinadas WGS84" (Coordinates WGS84) showing "Lat: -24° 13' 52.32" and "Lon: -65° 20' 53.172", "Ubicación" (Location) set to "Correcta", and "GPS1". It also shows "Dimensions" (Dimensions) with "Ancho / Diámetro" (Width / Diameter) "60,00 (cm)", "Alto" (Height) "80,00 (cm)", and "Area Sección" (Section Area) "0,48000 (m²)". A preview image shows a speed limit sign with "40 MAXIMA". Other settings include "Estructura" (Structure) with "Mínima" (Minimum) selected, "Especial" (Special) with "Imagen" (Image) checked, "Leyenda" (Legend) with "40 MAXIMA", "Condición Estructural" (Structural Condition) with "Buena" (Good), "Valor de Reflectividad" (Reflectivity Value) "20,00 (mcd/lux.m²)", "Condición visual" (Visual Condition) "Buena" (Good), "Existe la señal" (Signal exists) with "Sí" (Yes) selected, "Material" (Material) "VM - Vehicular Metálica", and "Observaciones" (Observations).

Puentes

Progresiva Inicial (Km):	19,498	Longitud (Km):	0,1195	Ancho Puente (m):	12,8	Puente Señalizado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Tipo de Puente:	[PHA] - Puente de Hormigón Armado	Condición:	Buena	Pintura de Puente (m2):			
Baranda:	[MT] - Metalica	Condición:	Buena	Pintura de Baranda (m2):	864		
Estrado:	[HMG] - Hormigón	Condición:	Buena	Junta del Puente:	Buena		
Piso/Tablero:	[PLH] - Losa de Hormigón	Condición:	Buena				
Coordenadas WGS84:							
Latitud 1	-24° 10'10,482"	Longitud 1	-65° 29'25,008"	Altura 1	1802,625	Limpiar 1	
Latitud 2		Longitud 2		Altura 2	0.000	GPS2	
Apoyo							
Material :	[ALMNEO] - Almohadilla de Neopreno						
Nº Apoyos con Defecto:	12						
Imágenes							
							
Editar Fotos.							
Ancho Calzada (m):	8,4	Ancho De Andén (m):	2,2	Luz Mayor (m):	38,7	Nro. Vanos:	3
Losa de Aproximación:		Nombre del Puente:		RIO REYES			
Altura Libre S/Accidente (m):	13						

Bache y Daño en Pavimento

Progresiva (Km):	86,870					
Coordenadas WGS84:						
Lat 1	-25° 30'54,51"	Lon 1	-58° 15'45,618"	Alt 1	72,500	
Tipo de Daño						
Código :						
Clase de Daño :	Fisuras					
Tipo de Daño :	Piel de cocodrilo					
Dimensión [m2]	20					
Severidad:	Alta					
Observaciones:						
<input type="button" value="Modificar"/>						<input type="button" value="Salir"/>
						<input type="button" value="Capturar"/> <input type="button" value="Agregar"/> <input type="button" value="Visualizar"/> <input type="button" value="Eliminar"/>

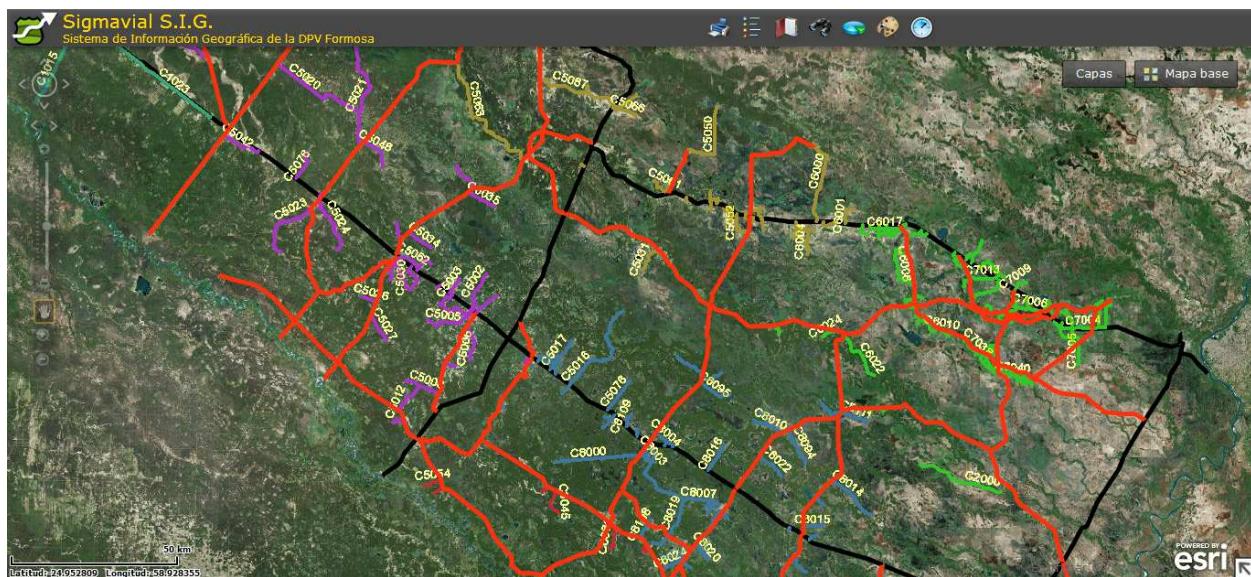
3.5 Sistema de Información Geográfica (GIS)

La solución incluye un sistema completamente integrado de información geográfica que brinda información visual completa y actualizada.

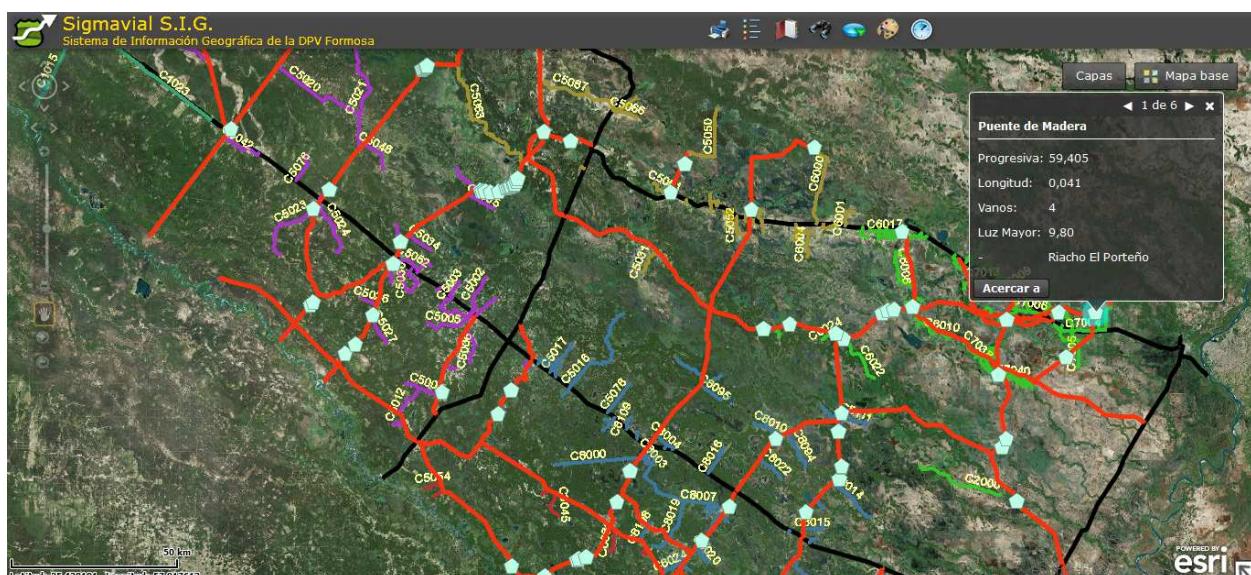
Las siguientes capturas de pantalla muestran ejemplos de esta funcionalidad:

Información georreferenciada detallada y actualizada para cada tipo de elemento de inventario, según el siguiente ejemplo (con algunos elementos de inventario o deteriorados):

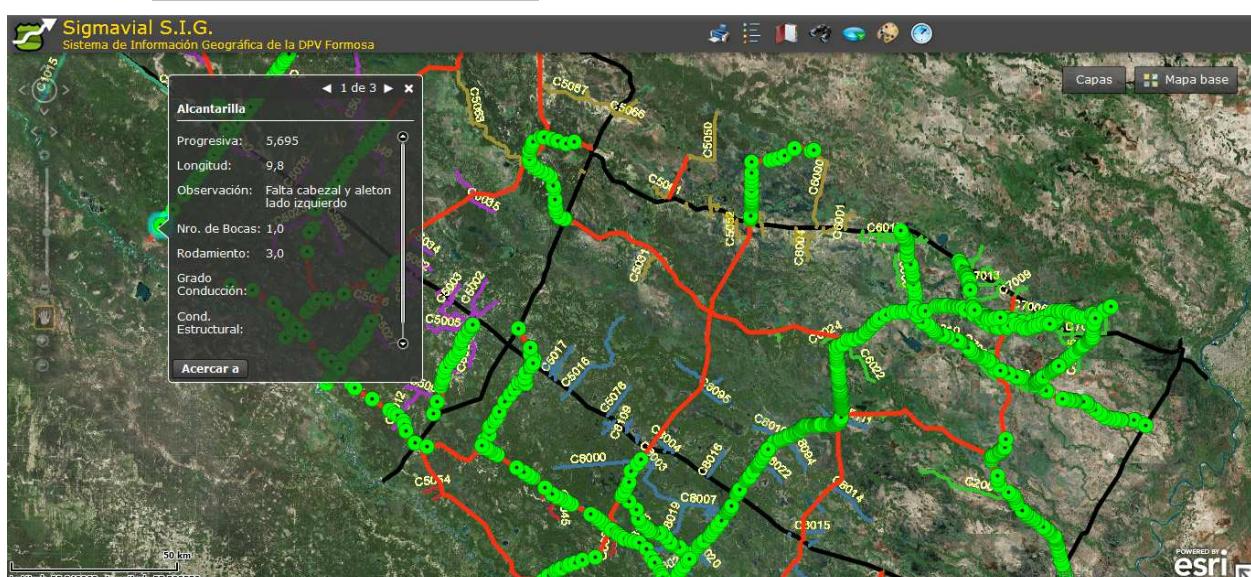
3.5.1 TRAMOS.



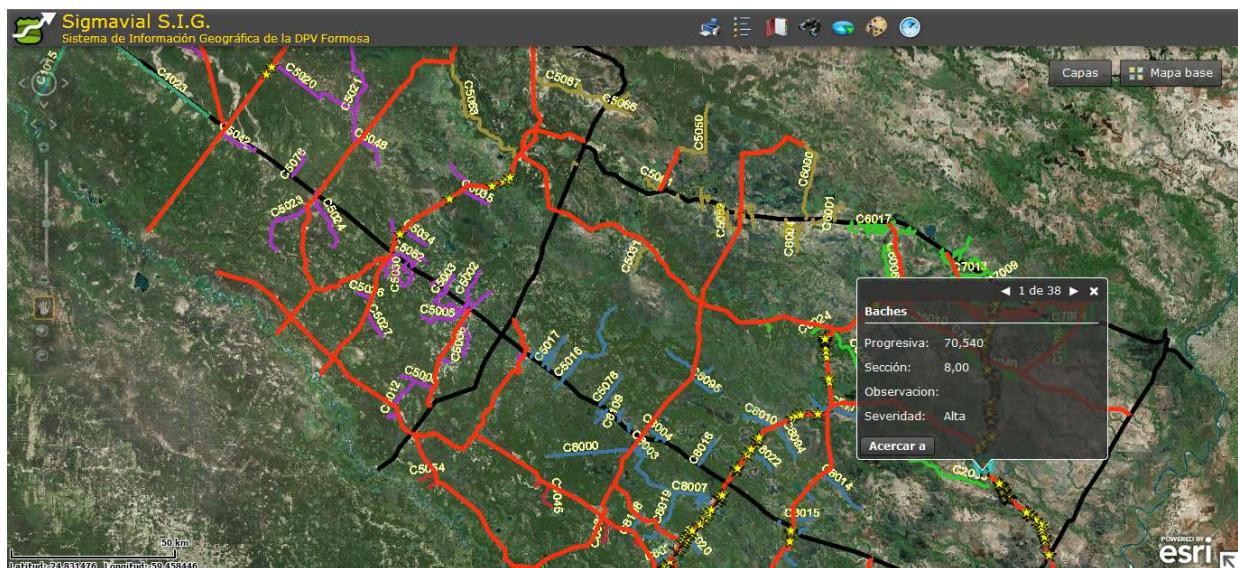
3.5.2 PUENTES.



3.5.3 DRENAJES TRANSVERSALES.

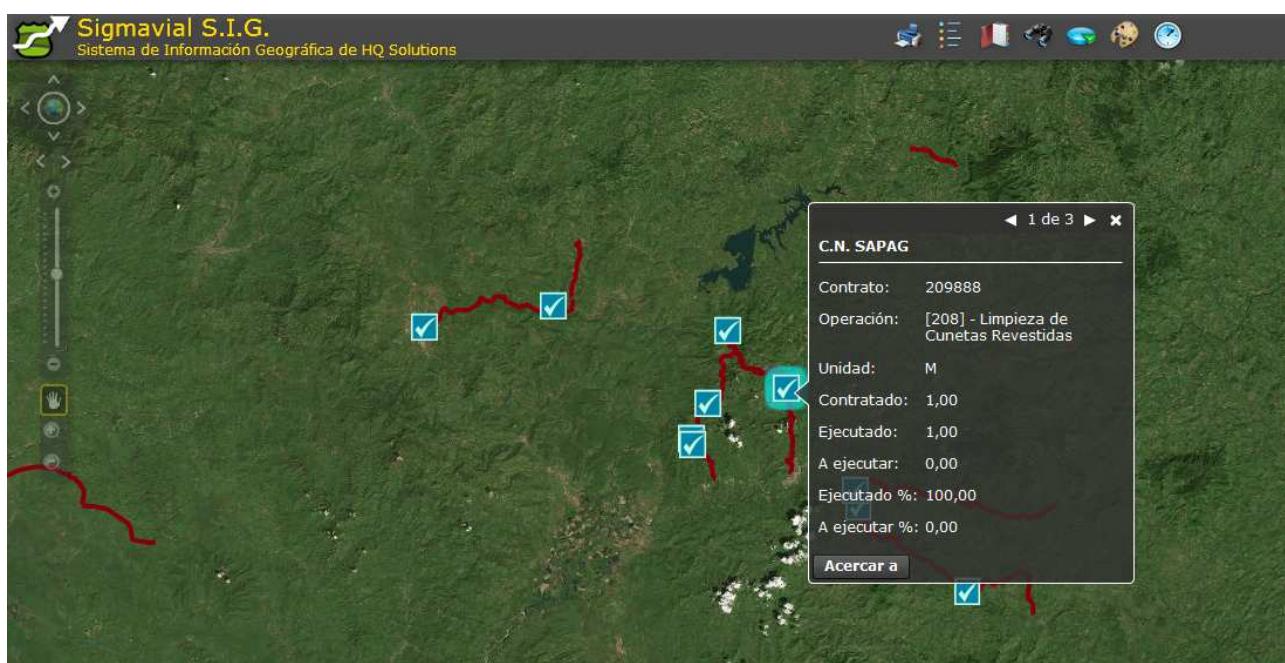


3.5.4 BACHES Y DETERIOROS EN PAVIMENTO.



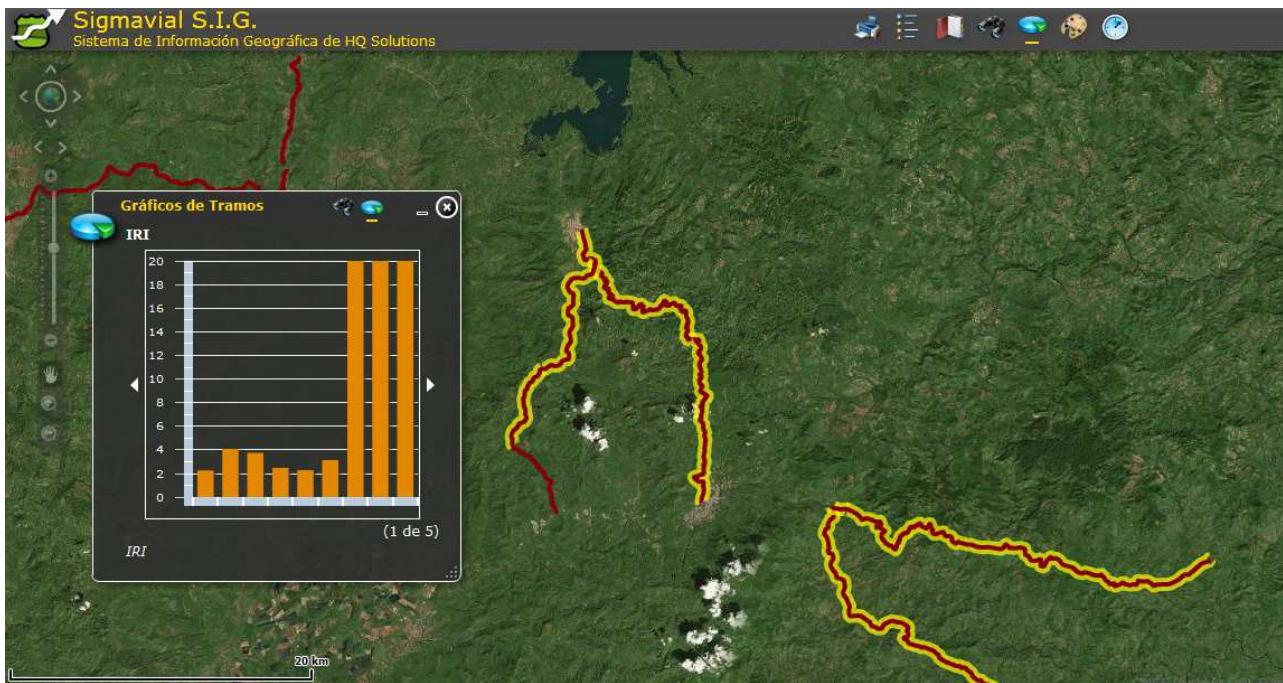
3.5.5 PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.

Información relacionada a la planificación y ejecución de actividades de mantenimiento



3.5.6 CARACTERÍSTICAS Y ATRIBUTOS DE TRAMO (MEDICIONES DE IRI).

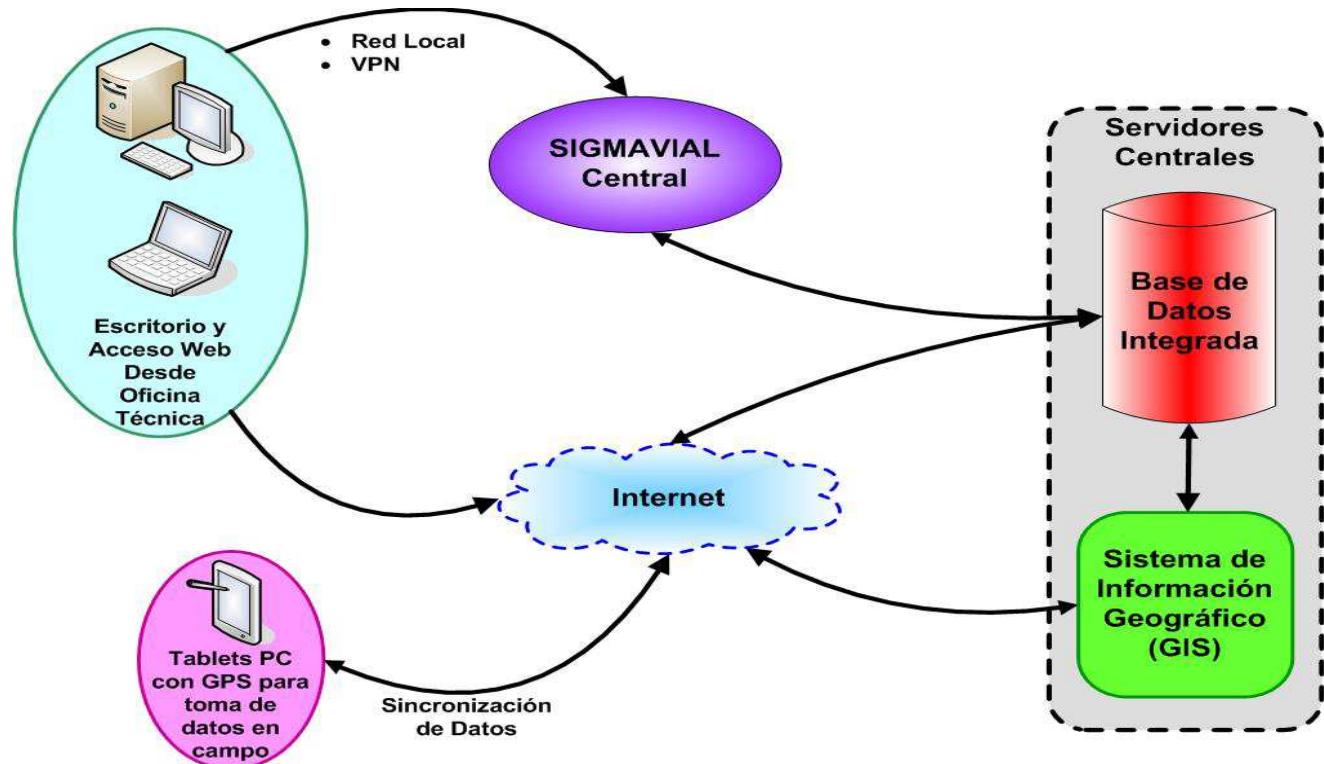
Comparación gráfica para los diferentes atributos de un tramo (Mediciones del IRI por ejemplo)



3.6 Arquitectura del SIGMAVIAL

3.6.1 ENFOQUE TÉCNICO

La siguiente tabla muestra una visión general de la arquitectura técnica de la solución SIGMAVIAL. Está implementada en tres plataformas que trabajan de manera integrada con una base de datos en línea única.



3.6.2 FUNCIONALIDAD POR PLATAFORMA

El siguiente gráfico muestra el enfoque funcional para cada plataforma. Estos tres entornos operativos o plataformas fueron diseñados para cubrir las necesidades específicas de los usuarios.

- **Escritorio:** Se trata de un entorno totalmente funcional que aprovecha la flexibilidad y versatilidad de la interfaz de usuario de escritorio. Desde esta plataforma se tiene acceso a todas las funciones operativas y las herramientas administrativas y de ajuste.
- **Tablet PC:** Este es el entorno móvil diseñado para las necesidades del trabajo en campo. Cuenta con una interfaz de usuario adaptada para optimizar la captura de datos en campo con localización GPS directa. Es una plataforma capaz de funcionar sin conexión que puede operar con la funcionalidad completa en lugares remotos sin ninguna conectividad.
- **Web (Internet):** La plataforma web está diseñado para proporcionar un fácil acceso desde cualquier ordenador disponible. Abarca tanto funcionalidad específica del sistema central, como la funcionalidad completa del Sistema de Información Geográfica (GIS)

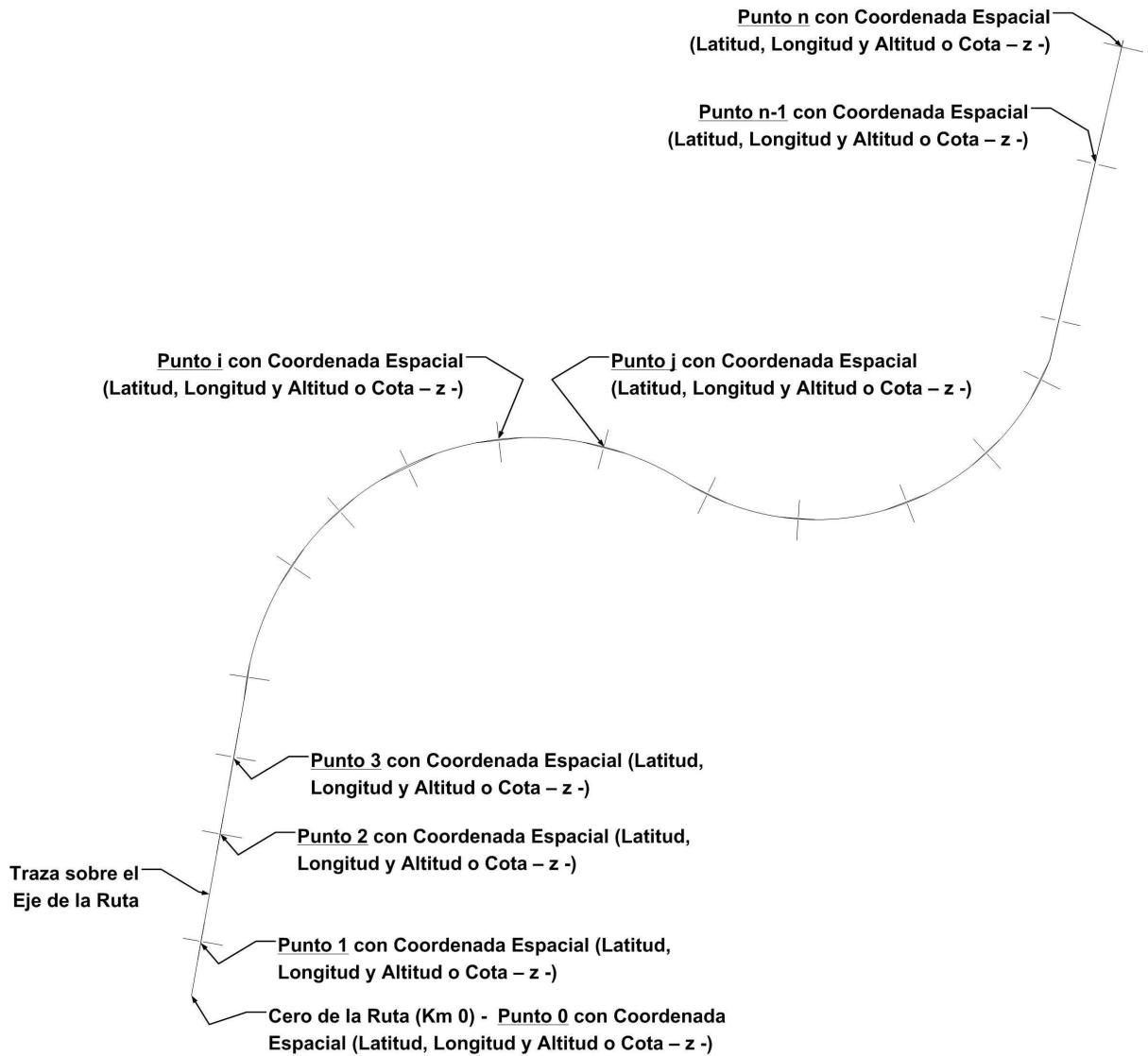


4. Enfoque Metodológico de la Implementación

En esta sección se presenta una breve descripción de las actividades y las necesidades de consultoría en un proyecto típico de implementación del software y realizar la carga de datos iniciales para la puesta en producción del sistema.

4.1 Definición de Tramos y Traza.

- Definición de estándares para la codificación de los tramos de cada camino de la longitud total de la red contemplada como parte del Proyecto. Se recomienda poner en práctica un proyecto piloto inicial que incluye tramos para todo tipo de carreteras (pavimentado y no pavimentado).
- Se definirá la codificación de tramos por su condición de homogéneos según los criterios de tramificación establecidos por HDM4 para su total compatibilidad e integración. Se considera tramo homogéneo a aquel segmento de la ruta que cumpla una de estas condiciones en toda su extensión expuestas a continuación:
 - ◆ Se debe mantener la misma condición superficie (pavimento por tipo, adoquinado, ripio, consolidado de tierra, natural de tierra, etc.).
 - ◆ Se debe mantener constante la cantidad de carriles de la superficie de rodamiento, un cambio de cantidad carriles significa un cambio de tramo.
 - ◆ Se deben mantener los mismos datos de tránsito.
 - ◆ Se debe mantener el mismo Municipio / Departamento.
- Recopilación de datos GPS de las trazas de las rutas incluidas con las siguientes características:
 - ◆ Obtención de las coordenadas geográficas de puntos situados en el eje de cada tramo de carretera utilizando un receptor GPS dinámico de precisión sub-métrica (menos de 1 metro) con error de 75 cm. Las coordenadas geográficas de cada medición se realizan por lecturas dinámicas cada segundo desde un vehículo en movimiento.
 - ◆ La traza estará compuesta por puntos sucesivos tomados con una frecuencia de 1 segundo de separación, cada uno con su coordenada GPS y su progresiva que será calculada por la distancia entre dos puntos sucesivos. La sumatoria de estas distancias desde el cero de cada ruta obtendrá como resultado la progresiva de la misma. Este cálculo, guardado en la base de datos para cada tramo y para cada ruta, dará la relación biunívoca entre coordenada geográfica-progresiva. En el siguiente gráfico se expone la secuencia de datos tomados dinámicamente con GPS para un ejemplo de traza de ruta genérica expuesta anteriormente:



En el gráfico expuesto que se tomarán n puntos por ruta con una precisión dinámica submétrica (menos de 1 metro) de forma espacial (longitud, latitud y altitud o cota) con un vehículo en movimiento. La unión de los puntos tomados generará la traza de ruta desde el Punto 0 (Cero de la Ruta) hasta el Punto n.

La distancia entre dos puntos será espacial y no plana, al tomarla en terreno, con lo cual permite establecer la distancia real entre ambos puntos. La sumatoria acumulada de distancias parciales tomadas desde el Punto 0 el Punto i (genérico) define la progresiva hasta el Punto i. También es importante aclarar que dicha sumatoria desde el Punto 0 al Punto n será la longitud total de la ruta.

En tal sentido, la distancia entre los puntos estará dado por la frecuencia de toma de datos (1 segundo en nuestro caso) y por la velocidad del automóvil. Nuestro criterio es que la distancia de puntos puede estar en el orden de 5 a 10 metros dependiendo de la velocidad del vehículo.

Esta acumulación de distancias y coordenadas geográficas con precisión submétrica permiten establecer trazas de rutas de manera muy exacta para los fines buscados.

- ⊕ El Sistema de Referencia Lineal (SRL) funcionará de manera biunívoca con la coordenada geográfica (CG), es decir que dada una posición GPS (CG) automáticamente se obtendrá una progresiva sobre el SRL y dada una progresiva sobre el SRL automáticamente

se obtendrá la posición GPS (CG). Para este último cálculo el sistema interpolará, en base a la progresiva en SRL, un punto dentro de la traza georeferenciada obteniendo la latitud, longitud y altura de dicho punto, por lo tanto es necesario un alto grado de precisión en los puntos de la traza para que el error no se propague en la interpolación.

- ⊕ En el caso de las carreteras con más de un carril en cada sentido, se obtienen las coordenadas geográficas de conducción en ambas direcciones.
- ⊕ Procesamiento de datos de cada punto GPS para obtener valores de progresiva de cada carretera en base a proyecciones geográficas.

4.2 Inventario de Elementos de la Red

- ⊕ Levantamiento de datos de los elementos del inventario vial para los tramos de carretera incluidos en el proyecto. Esto incluye la localización GPS, atributos de inventario, y el estado de mantenimiento para cada elemento.
- ⊕ Al tomarse la posición GPS de un elemento cualquiera del inventario vial mediante el uso de la Tablet Pc con GPS, el SIGMAVIAL detecta los dos puntos integrantes de la traza (tomada como fuera explicada anteriormente) más cercanos al elemento en cuestión.
- ⊕ El SIGMAVIAL calculará la progresiva de ese punto como progresiva base (interpolación de distancia entre los dos puntos más cercanos) y se suma a dicho valor la distancia sobre a la posición GPS del elemento de inventario vial que se está identificando, de esta forma es necesario disponer de posiciones GPS precisas (al tomar la traza georreferenciada), sino se introducirá un error acumulativo en el cálculo de las progresivas.

4.2.1 DATOS DE TRAMOS.

- ⊕ La siguiente lista muestra los atributos principales a obtener en la recopilación de datos a realizarse en el campo utilizando dispositivos móviles.
 - ⊕ Identificación de la ruta y el tramo.
 - ⊕ Código de ruta a la que pertenece el tramo.
 - ⊕ Código de tramo.
 - ⊕ Descripción del tramo (Puntos de inicio y fin de tramo).
 - ⊕ Zona o distrito donde se encuentra el tramo.
 - ⊕ Departamento y municipio donde se encuentra el tramo.
 - ⊕ longitud del tramo.
 - ⊕ Ubicación de los puntos de referencia.
 - ⊕ Distancia parcial
 - ⊕ Distancia al origen de la ruta
 - ⊕ Ancho de pavimento (carretera).
 - ⊕ Tipo de superficie de la carretera (asfalto, hormigón, tratamiento de superficie, etc.)
 - ⊕ Número de carriles de la calzada.
 - ⊕ Fecha del inventario.

4.2.2 DATOS DE LOS ELEMENTOS DE INVENTARIO VIAL A RELEVAR.

- ⊕ Para cada elemento de inventario ubicado en cada tramo de cada ruta se relevará la información detallada a continuación:

4.2.2.1 Drenajes Transversales.

- ⊕ Progresiva.
- ⊕ Longitud.
- ⊕ Coordenada geográfica.
- ⊕ Tipo de Drenaje.
- ⊕ Tipo de Sección.
- ⊕ Material.
- ⊕ Imágenes: captar las imágenes del elemento de inventario (seriada de fotos) a registrar.
- ⊕ Dimensiones: indicar el “Nro de Bocas” que corresponde al elemento cargado. Ingresar, en metros (m), el ancho “L” y profundo “H” de la(s) boca(s) que presenta el elemento.
- ⊕ Condición Estructural.
- ⊕ Grado de Conducción.
- ⊕ Estado de Cabezal.
- ⊕ Estado de Aletón.
- ⊕ Estado de Delantal (o losa de salida del drenaje).
- ⊕ Estado de Bajantes (conexiones con drenajes longitudinales que confluyen con el drenaje transversal).
- ⊕ Estado de Cauce (aguas abajo del drenaje).
- ⊕ Altura de relleno.
- ⊕ Rodamiento.
- ⊕ Limpieza y rectificación de cauce: Volumen estimado de material de sedimentación existente a la salida del drenaje (m³).
- ⊕ Observaciones.

4.2.2.2 Drenajes longitudinales.

- ⊕ Progresiva Inicial.
- ⊕ Longitud.
- ⊕ Tipo de Drenaje.
- ⊕ Tipo de Sección.
- ⊕ Sección (m²).
- ⊕ Ubicación: corresponde al lado (izquierdo o derecho).
- ⊕ Coordenada geográfica inicial y final del elemento.
- ⊕ Grado de Conducción.
- ⊕ Condición Estructural.
- ⊕ Rectificación de Cunetas: Si el elemento requiere de rectificación por variación de cauce.
- ⊕ Observaciones.

4.2.2.3 Obras de Arte.

- ⊕ Progresiva.
- ⊕ Longitud.
- ⊕ Tipo de Obra de Arte.
- ⊕ Tipo de Material.
- ⊕ Sección.
- ⊕ Lado: corresponde al lado (izquierdo, derecho o centro).
- ⊕ Coordenada geográfica inicial y final del elemento.
- ⊕ Condición de la Obra de Arte.
- ⊕ Volumen de reparación (m³): En caso de ser necesaria la reparación, se cargará el volumen estimado de reparación en la obra de arte dada.
- ⊕ Observaciones.

4.2.2.4 Puentes.

- ⊕ Progresiva Inicial (km).
- ⊕ Longitud (km).
- ⊕ Ancho de Puente (m).
- ⊕ Tipo de Puente.

- ⊕ Condición (de la pintura del puente).
- ⊕ Superficie de la pintura del puente (m²).
- ⊕ Baranda
- ⊕ Condición (de la baranda del puente).
- ⊕ Superficie de la pintura de las barandas de del puente (m²).
- ⊕ Estribo: especificar tipo de estribo.
- ⊕ Condición de Estribo.
- ⊕ Junta del Puente.
- ⊕ Piso/Tablero: tipo de piso o tablero del puente.
- ⊕ Condición del piso o tablero.
- ⊕ Material de Apoyo.
- ⊕ Cantidad Apoyos.
- ⊕ Coordenada geográfica inicial y final del elemento.
- ⊕ Columnas por Cabezal: En caso de que exista este elemento en la estructura, en los campos mencionados el usuario deberá ingresar datos: geométricos, de tipo, condición y cantidad de columnas por cabezal.
- ⊕ Vigas: En caso de que exista este elemento en la estructura, en los campos mencionados el usuario deberá ingresar datos: geométricos, de material, condición y cantidad de las vigas principales (longitudinales).
- ⊕ Imágenes: captar las imágenes del elemento de inventario (seriada de fotos) a registrar.
- ⊕ Ancho Calzada (m).
- ⊕ Ancho de Veredas o Anden (m).
- ⊕ Luz Mayor (m).
- ⊕ Losa de Aproximación.
- ⊕ Interferencia que atraviesa.
- ⊕ Altura Libre S/Accidente (m).
- ⊕ Observaciones: En este campo se recomienda indicar:
 - El tipo de material de la carpeta de rodamiento: sea pavimento, madera, metálico, etc.
 - Existencia de Dispositivos de Seguridad que puedan encontrarse: defensas de hormigón, metálica, etc.
 - Longitud de Losa de Aproximación.
 - Configuración de Luces de los vanos, en caso ser diferentes valores.
 - Variaciones de Ancho de Veredas.
 - Justificación de estados de condición: si indicó que algún elemento de la estructura se encuentra en condición “regular ó mala”, explique la razón.
 - Existencia de estructuras o elementos de protección de taludes.
 - Cualquier otro comentario que considere relevante y oportuno sobre la condición del puente o sus elementos.

4.2.2.5 Información Complementaria o Gestión de Riesgo.

- ⊕ Tipo de Evento: T. Eléctrico, Gas, Acceso, Alumbrado público, Cruce Ferroviario, Estación de Servicio, Cementerio, Planta Fabril, Límite, Estación, Santuario, Localidad, Escuela, Poste eléctrico, Club, Poliducto, Monolito, Acueducto, Estancia, Referencia histórica, Plaza, Aeroclub, Arco de Entrada, Puesto Sanitario, Capilla, Tanque australiano, Canal, Canal de riego, Puesto policial, Monumento, Hospital, Iglesia, Balneario, Parador, etc.
- ⊕ Progresiva Inicial (km).
- ⊕ Longitud (km).
- ⊕ Lado: corresponde al lado (izquierdo, derecho o centro).
- ⊕ Característica o descripción del elemento.
- ⊕ Coordenada geográfica inicial y final del elemento.
- ⊕ Imagen del elemento de inventario a registrar.
- ⊕ Observaciones.

4.2.2.6 Señalización Vertical.

- ⊕ Tipo de Señal.
- ⊕ Código y Señal específica.
- ⊕ Progresiva.
- ⊕ Lado: corresponde al lado (izquierdo, derecho o centro).
- ⊕ Ubicación: es para determinar si la señal está bien ubicada o no, según criterios técnicos.
- ⊕ Coordenada geográfica.
- ⊕ Tipo de Sección.
- ⊕ Altura Básica (mm).
- ⊕ Ancho / Diámetro (mm).
- ⊕ Alto ó Lado (mm).
- ⊕ Área Sección (m²).
- ⊕ Imagen del elemento de inventario a registrar.
- ⊕ Leyenda.
- ⊕ Condición Estructural.
- ⊕ Existe la señal (por robo o daño).
- ⊕ Material.
- ⊕ Observaciones.

4.2.2.7 Señalización horizontal.

- ⊕ Tipo de Señalización Horizontal.
- ⊕ Progresiva Inicial.
- ⊕ Longitud.
- ⊕ Lado: corresponde al lado (izquierdo, derecho o centro).
- ⊕ Area (m²).
- ⊕ Vialetas.
- ⊕ Coordenada geográfica inicial y final del elemento.
- ⊕ Condición de la Señal.
- ⊕ Color de la Señal.
- ⊕ Material.
- ⊕ Observaciones.

4.2.2.8 Dispositivos de seguridad.

- ⊕ Elemento.
- ⊕ Progresiva Inicial (km).
- ⊕ Longitud (km).
- ⊕ Lado: corresponde al lado (izquierdo, derecho o centro).
- ⊕ Coordenada geográfica inicial y final del elemento.
- ⊕ Condición Física.
- ⊕ Observaciones.

4.2.2.9 Banquinas.

- ⊕ Progresiva Inicial (km).
- ⊕ Longitud (km).
- ⊕ Ancho Banquina (m).
- ⊕ Lado: corresponde al lado (izquierdo, derecho o centro).
- ⊕ Tipo de Banquina.
- ⊕ Coordenada geográfica inicial y final del elemento.
- ⊕ Condición Física.
- ⊕ Observaciones.

4.2.2.10 Bache o Deterioro en Pavimento (por inspección visual).

- ⊕ Progresiva Inicial (km).
- ⊕ Longitud (km).
- ⊕ Clase de Daño: Daños Superficiales, Deformaciones, Fisuras, Otros Daños, Pérdida de las Capas de la Estructura.
- ⊕ Tipo de Daño clasificados por clase de daño definidos anteriormente.

- Daños Superficiales
 - Cabezas duras
 - Desgaste superficial
 - Exudación
 - Pérdida de agregado
 - Pulimiento del agregado
 - Surcos
 - Deformaciones
 - Abultamiento
 - Ahuellamiento
 - Hundimiento
 - Ondulación
 - Fisuras
 - Fisura por reflexión de juntas o grietas en placas de concreto longitudinales
 - Fisura por reflexión de juntas o grietas en placas de concreto transversales
 - Fisuración incipiente
 - Fisuración por deslizamiento de capas
 - Fisuras de borde
 - Fisuras en bloque
 - Fisuras en juntas de construcción longitudinales
 - Fisuras en juntas de construcción transversales
 - Fisuras en medialuna
 - Fisuras longitudinales
 - Fisuras transversales
 - Piel de cocodrilo o Cuero de Lagarto
 - Otros Daños
 - Afloramiento de agua
 - Afloramiento de finos
 - Corrimiento vertical de la banquina
 - Separación de la banquina
 - Pérdida de las Capas de la Estructura
 - Baches
 - Descascaramiento
 - Parche
- ⊕ Ancho (m).
 ⊕ Longitud (m).
 ⊕ Superficie (m²).
 ⊕ Coordenada geográfica inicial y final del elemento.
 ⊕ Imagen del elemento de inventario a registrar.
 ⊕ Severidad.
 ⊕ Observaciones.

4.2.2.11 Poste Kilométrico.

- ⊕ Progresiva Inicial (km).
 ⊕ Poste Kilométrico.
 ⊕ Lado: corresponde al lado (izquierdo, derecho o centro).
 ⊕ Coordenada geográfica inicial y final del elemento.
 ⊕ Condición Física.
 ⊕ Observaciones.

4.2.2.12 Parada de Bus.

- ⊕ Tipo de Evento: Parada de Bus.
 ⊕ Progresiva Inicial (km).
 ⊕ Longitud (km).
 ⊕ Lado: corresponde al lado (izquierdo, derecho o centro).
 ⊕ Característica o descripción del elemento.
 ⊕ Coordenada geográfica inicial y final del elemento.
 ⊕ Imagen del elemento de inventario a registrar.

- ⊕ Condición Física.
- ⊕ Observaciones.

4.2.2.13 Curva.

- ⊕ Progresiva Inicial (km).
- ⊕ Longitud (km).
- ⊕ Coordenada geográfica inicial y final del elemento.
- ⊕ Tipo de Curva.
- ⊕ Grado de Curvatura.
- ⊕ Observaciones.

4.2.2.14 Cruce.

- ⊕ Progresiva Inicial (km).
- ⊕ Longitud (km).
- ⊕ Coordenada geográfica inicial y final del elemento.
- ⊕ Tipo de Cruce.
- ⊕ Lado: corresponde al lado (izquierdo, derecho o centro).
- ⊕ Característica del cruce.
- ⊕ Observaciones.

4.3 Principales Tareas de Implementación

- Procesamiento de los datos recopilados para relacionar los resultados de cada ítem con su ubicación geográfica para determinar la posición en cada tramo por las progresivas de las trazas obtenidas previamente.
- Como parte de la implementación se incluyen manuales metodológicos y operacionales para la recopilación de datos además de recomendaciones sobre las características y requerimientos de la organización y los recursos humanos involucrados.
- Instalación y configuración del software aplicativo tanto para la plataforma de escritorio (cliente servidor) como para la plataforma web (Internet).
- Migración de datos desde sistemas anteriores, si es necesario
- Implementación de software y procedimientos de sincronización de datos para integrar los dispositivos móviles con la aplicación principal.
- Instalación y configuración del Sistema de Información Geográfica (GIS) con plena integración con las aplicaciones básicas de mantenimiento del sistema.
- Formación de usuarios en el sistema de aplicación y los procedimientos
- Pruebas y Puesta en Marcha

5. Cronograma de un Proyecto Típico

El siguiente cuadro muestra el cronograma de un proyecto SIGMAVIAL típico que incluye desde la definición del alcance y la planificación hasta la ejecución del inventario y la puesta en marcha

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Determinación del alcance, planificación y evaluación de procesos y de la organización incluyendo la definición de la codificación de la red	■	■										
Rediseño de procesos y parametros del sistema		■	■	■	■	■						
Infraestructura de TI y configuración e instalación de software. Incluyendo pruebas de infraestructura					■	■						
Levantamiento de traza GPS de la red de carreteras (Depende de la longitud total de la red)			■	■	■	■	■					
Levantamiento de datos de inventario en campo utilizando dispositivos móviles con GPS				■	■	■	■	■	■			
Migración de datos y procesamiento de inventario recopilado					■	■	■	■	■	■	■	
Entrenamiento de usuarios tecnicos y operativos									■	■	■	■
Puesta en marcha del sistema										■	■	■