

Avances en La Implementación de un Sistema de Gestión Vial (Fase I Camino Pavimentados).

Advances in the Implementation of a Road Management System (Phase I Paved Roads).

Juan Acevedo ^{1,*}, Miguel Valdés ¹, Esther Pozo ², Fernando Varela ³.

¹Ministerio de Obras Públicas, Departamento de Gestión Vial, Santiago, Chile.

²RAUROS MX S.A. de C.V., Lima, Perú.

³GRUPO RAUROS, RAUROS ZMCOM S.L.U., Madrid, España.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historial del
artículo:

Recibido
20-04-2024
Aceptado
04-04-2025
Publicado
30-04-2025

Palabras Clave:

Gestión Vial
Sistema
Información

Article history:

Received
20-04-2024
Accepted
04-04-2025
Available
30-04-2025

Keywords:
Road Management
System
Information

Resumen

El objetivo es mostrar los avances en la implementación de un Sistema de Gestión Vial, en este caso se ha iniciado con los caminos pavimentados para la Fase I, todo ello con el apoyo de la plataforma ICARO, desarrollado por la empresa RAUROSZMCOM, S.L.U. para uso del Departamento de Gestión Vial de la Dirección de Vialidad de Chile. La implementación del Sistema ICARO se funda bajo la premisa de manejar de manera integral, una cantidad importante de datos recolectados en los procesos de auscultación automatizada de caminos pavimentados llevados a cabo desde el año 2015 a la fecha, además de incorporar otra información necesaria para realizar una óptima gestión vial, tales como inventarios de infraestructura, datos de tránsito, propuestas de acciones de mantenimiento, entre otros datos de interés para la toma de decisiones. La descripción de cada uno de sus módulos, permiten observar las potencialidades del sistema y permitirá concebir futuras mejoras en los procesos de recolección de información, carga de datos y visualización adecuada, como también será una fuente de información para los postuladores de nuevas inversiones en el área vial al contar con información reciente, integral y objetiva. Para implementar esta plataforma se tomaron como piloto a las regiones de Aysén y Los Ríos, por tener datos de auscultación actualizados y ser regiones con redes de caminos relativamente pequeñas, lo que permitió una rápida revisión del sistema y realización de los ajustes necesarios para la adaptación del Sistema al contexto de la Dirección de Vialidad de Chile.

Abstract

The objective is to show the progress in the implementation of a Road Management System, starting with paved roads for Phase I. This has been supported by the ICARO platform, developed by the company RAUROSZMCOM, S.L.U. for the use of the Departamento de Gestión Vial de la Dirección de Vialidad de Chile. The implementation of the ICARO System is based on the premise of comprehensively managing a significant amount of data collected in the automated survey processes of paved roads carried out from 2015 to date. Additionally, it incorporates other necessary information to achieve optimal road management, such as infrastructure inventories, traffic data, proposed maintenance actions, and other relevant data for decision-making. The description of each of its modules allows for observing the system's capabilities and will enable future improvements in the processes of information collection, data loading, and proper visualization. It will also serve as a source of information for new investment proposals in the road sector, as it provides recent, comprehensive, and objective information. To implement this platform, the regions of Aysén and Los Ríos were selected as pilots because they have updated survey data and relatively small road networks, which allowed for a quick review of the system and the necessary adjustments to adapt the System to the context of the Dirección de Vialidad de Chile.

* Corresponding author at: Juan Acevedo Córdova, Ministerio de Obras Públicas, Departamento de Gestión Vial, Av. Morandé 59, Oficina 217, Santiago, Chile. E-mail address: juan.acevedo@mop.gov.cl

RIOCI

journal homepage: <https://revistas.ufro.cl/ojs/index.php/rioc/index>

Vol. 13, no. 02, pp. 11–18, Abril 2025

1. Introducción.

La infraestructura vial de Chile constituye uno de los mayores activos que posee el patrimonio del país. Actualmente, la Dirección de Vialidad administra más de 85,000 km de caminos (MOP, 2022a) y un importante presupuesto anual para su conservación. La necesidad de optimizar el uso de recursos y maximizar la vida de servicio de los pavimentos por parte de las administraciones públicas y agencias viales vinculadas a la gestión, operación y mantenimiento de carreteras ha incrementado la importancia de los sistemas de gestión de pavimentos o PMS (por sus siglas en inglés, *Pavement Management Systems*) (George, K. P., 2000).

En este contexto, el Departamento de Gestión Vial de la Dirección de Vialidad de Chile, tras varios años realizando campañas de Auscultación de deterioros estructurales y funcionales de Pavimentos para la generación de Planes de Conservación en la red vial pavimentada, busca la implementación de un Sistema de Gestión Vial que cumpla con las necesidades de manejar en forma integral esta información para el uso por parte de los profesionales en variadas áreas, que van desde la planificación a la explotación. Mediante la licitación de un Estudio Básico de Auscultación Automatizada de Pavimentos (MOP, 2022b), se ha buscado hacer un diagnóstico para la implantación de un Sistema de Gestión de Pavimentos con el objetivo de tener la información completa de dichos procesos que permita agilizar la búsqueda de datos de estado estructural y funcional de los caminos pavimentados a través del tiempo en conjunto con otras características de las vías que pueda servir para diferentes procesos al interior de la Dirección de Vialidad y que en futuro próximo se integre a otras plataforma para su uso colaborativo.

La plataforma ICARO ofrecida por el Consultor integra datos de las estructuras de los caminos, sus elementos, las actuaciones sobre ellos y principalmente todas aquellas inspecciones que se hayan realizado en el tiempo, esto le permite predecir mediante modelos propios auto calibrados y basados en HDM-4 (Morosiuk, Riley, & Odoki, 2004), la evolución de su estado y además mediante árboles de decisión asignar acciones de conservación que pueden ser complementarias a las que se obtiene al ocupar el software HDM-4 por sí mismo. La plataforma está orientada a que profesionales del área vial puedan extraer de ella datos relevantes de los caminos consultados para sus tareas diarias como también sirve a los tomadores de decisiones al tener datos fidedignos de los caminos complementados con imágenes de terreno actualizadas e indicadores por tramo consultado. Es relevante que la información de la auscultación de los caminos pueda ser consultada en una misma fuente de datos, que estos puedan procesarse para obtener el comportamiento pasado y su proyección futura, que estos sirvan para la gestión de la red y entregue indicadores para la toma de decisiones que van en

directo beneficio de los ciudadanos usuarios de los caminos, pues permite actuar sobre las necesidades reales de ellos en conjunto con otros elementos que debe ponderar la autoridad respectiva.

El sistema de Gestión Vial “ICARO” ha sido implementado con éxito en múltiples proyectos y redes de carreteras por agencias viales públicas y privadas en distintos países alrededor del mundo tales como España, México, Emiratos Árabes Unidos, Túnez, Panamá, Ecuador, entre otras. Los resultados de estas experiencias de implantación y los avances en el desarrollo de ICARO han sido publicados en congresos internacionales y revistas especializadas (Varela, 2021; Al-Samahi & Varela Soto, 2021; Pozo, 2022; Sanz, 2023; Ramos, 2021).

2. Metodología.

2.1. Sistemas de gestión de pavimentos.

El sistema “ICARO” busca administrar la información de la red de caminos inventariados y auscultados por la Dirección de Vialidad y explotarla con los criterios técnicos adaptados por este servicio público que buscan maximizar el beneficio social de las inversiones en el área vial y por ende el beneficio que ello trae a la ciudadanía. El sistema es una aplicación informática formada por una serie de herramientas prácticas, que representan de distintas formas, las características principales de una carretera en particular y de una red de carreteras. “ICARO” permitirá, partiendo de los numerosos datos recolectados de formas diversas, obtener la información y almacenarla en el sistema, de forma numérica y gráfica, catalogar el estado de la red y priorizar los tramos que requieran algún tipo de actuación desde el punto de vista estructural o funcional. En esta primera etapa el sistema se ha enfocado en la red vial pavimentada, que es sobre la cual se han realizado frecuentemente las auscultaciones automatizadas, sin embargo, puede crecer a otras tipologías de caminos según se vayan consolidando, configurando y entrando en régimen las tipologías previas sobre las cuales se tiene mayor experiencia, en este caso la red pavimentada. Debe entender esta primera etapa como una fase piloto que servirá para dimensionar la problemática, resolver inconsistencias y preparar el sistema para la fase de explotación y producción.

2.2. Módulos y herramientas del sistema de gestión vial.

En el sistema la información se encuentra almacenada en bases de datos, cuya información se distribuye en sus diferentes módulos, que cumplen con las necesidades de la Administración. En la Figura 1 se muestra un desglose de los módulos que componen el sistema de Gestión Vial de ICARO. El sistema cuenta con diversas herramientas comunes que permiten al usuario desplazarse en la aplicación de forma intuitiva y rápida.



Figura 1. Módulos del Sistema de Gestión Vial de ICARO.

2.2.1. Selección de tramos.

El sistema permite trabajar con todas las regiones a la vez, o trabajar con una región en particular que se requiera llevar a estudio o análisis. En la Figura 2 se muestra la selección de tramos o redes de caminos.

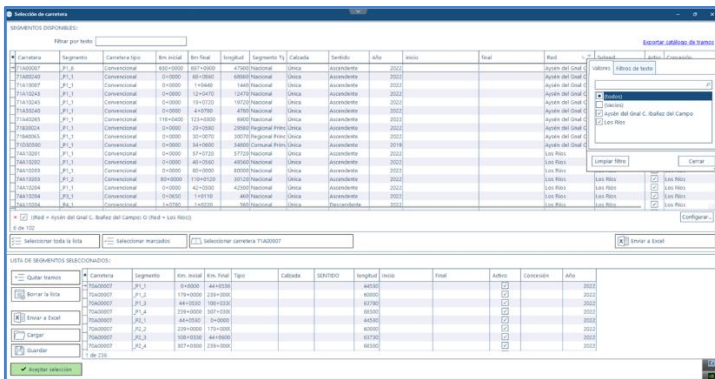


Figura 2. Selección de información por región o camino (Región de Aysén).

2.2.2. Módulo de geometría.

La base del sistema de gestión es tener un buen inventario de la red de caminos. Hasta el momento se ha cargado la información del módulo de geometría de las Regiones de Aysén y de Los Ríos. Luego se han clasificado las vías en función de los carriles agrupándolos para su posterior gestión y facilidad para la explotación. Es fundamental en el sistema la georreferenciación adecuada de la red. Para ello, el primer paso en la implementación del sistema ha sido cargar la información para el módulo de geometría, a partir de unos archivos llamados “visores”. Estos archivos son obtenidos a partir de las campañas de Auscultación Automatizada que se realizan para el Departamento de Gestión

Vial, mediante Contratos de Auscultación Automatizada de Pavimentos. Estos archivos contienen un video frontal del camino auscultado e información georreferenciada del mismo, como también los datos de la auscultación de deterioros propiamente tal. El sistema permite cruzar dicha información con mapas en el sistema para facilitar el posicionamiento. Debe señalarse que la georreferenciación es la que provee el mismo equipo de auscultación y su fin es ubicar los datos espacialmente, no tiene una finalidad en sí misma, sino que sobre la cual se monta el sistema de referencia. En la Figura 3 se muestra el módulo de geometría implementado en la Región de Aysén.

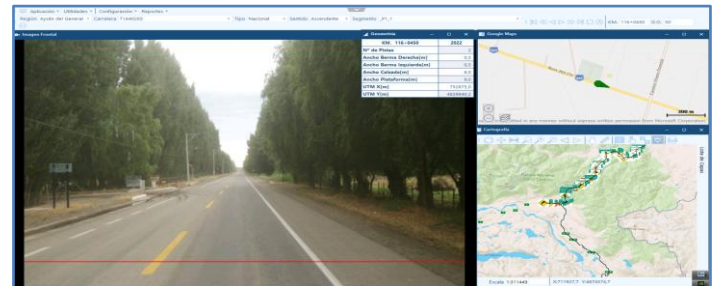


Figura 3. Módulo de geometría del Sistema de Gestión Vial (Región de Aysén).

A su vez, como base principal para los estudios que se realizarán posteriormente sobre cada camino, también se ha cargado la información referente a Anchos de Calzada, Plataforma y Bermas y como se puede apreciar en la Figura 3 toda la información se encuentra debidamente georreferenciada. Todas las imágenes de la vía se encuentran cargadas a cada 10 metros y cualquier información se encuentra referenciada en un GIS y cruzada con información de Google Maps y Google Street, como se aprecia en la imagen correspondiente a la Figura 3.

El programa permite la exploración cartográfica (GIS) y la configuración de esta, añadiendo y eliminando elementos/capas, a criterio del usuario. Las propiedades de cada capa son configurables. Asimismo, permite realizar consultas temáticas que se reflejan sobre la cartografía. Esta herramienta cuenta con diversas utilidades: Zoom, encuadre (a escala fija, a voluntad del usuario), medición de distancia entre dos puntos, mostrar el plano guía de la zona, posicionarse en el punto de la carretera seleccionado, mostrar la información relativa al módulo correspondiente, Imprimir el mapa visualizado, editar los Niveles (capas) y Temáticas. Como apoyo a la cartografía, el software integra conexión con las herramientas cartográficas de Google y/o TomTom y/o Here. Estas herramientas están integradas en la aplicación y se coordinan con el resto de las herramientas, actualizando su posición conforme se navegue por las distintas carreteras. En esta etapa piloto deberán encontrarse las mejores opciones para la Dirección de Vialidad en cuanto a cargar una cartografía que entregue las mayores prestaciones y sea segura para el sistema.

2.2.3. Módulo de intervalos.

Este módulo permite visualizar la información de inventario vial cada 10 metros. Para la carga de información, el Departamento de Gestión Vial ha facilitado la información referente a los diferentes elementos que componen la vía. En este módulo se han registrado todos los elementos de inventario, tanto puntuales como zonales. Cada elemento dispone de ficha técnica y de revisión, en ellas se podrán asociar fotografías, además de tener el dato histórico de cada elemento.

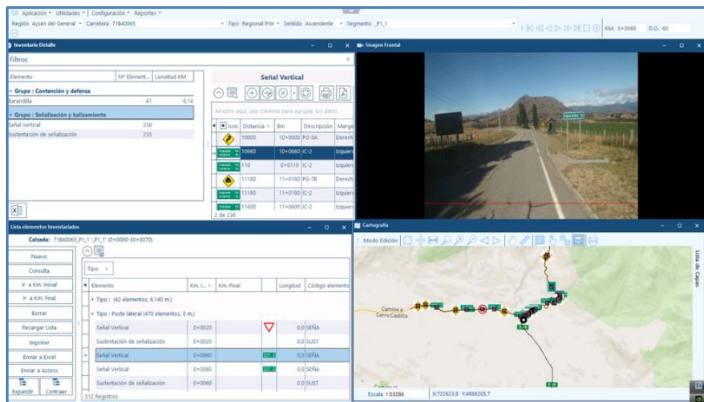


Figura 4. Módulo Inventario del Sistema de Gestión Vial (Región de Aysén)

Por cada uno de los elementos el sistema cuenta con una ficha asociada donde se recaba la información requerida y de cada una de las inspecciones que se realicen sobre cada elemento. En base a las inspecciones se podrán programar los trabajos necesarios para mantener los elementos en buen estado e incluso los presupuestos que se necesitarán para ejecutarlos. Así mismo, la cartografía tiene un papel importante en este módulo ya que permite trabajar con los diferentes elementos directamente desde su geoposicionamiento con las siguientes herramientas:

- Añadir elementos.
- Mover elementos.
- Modificar geometría de los elementos.
- Eliminar elementos.

El sistema cuenta a su vez con una configuración de informes preestablecidos que se consideran indispensables para el conocimiento de la red, tales como:

2.2.4. Módulo de pavimentos.

En este módulo se ha incorporado la información del paquete estructural del pavimento capa a capa, definiendo su espesor y características del material del cual están compuestas. Asimismo, el sistema permite realizar un registro de las actuaciones de conservación (fresado, refuerzo, reposición, etc.) que en su momento puedan ser realizadas en la fase de mantenimiento y conservación. Por lo que el Departamento de Gestión Vial o

cualquiera Unidad competente de las diferentes regiones podrán incorporar los trabajos ejecutados sobre el pavimento. La idea es nutrir al sistema en fases posteriores con las Fichas de Ingreso de Obras (FIO) que actualmente se recaban para cada contrato de conservación y mejoramiento de manera de reflejar en este módulo las intervenciones sobre la vía. La información de las capas componentes del pavimento se han ajustado según la información de la última campaña de Georradar efectuada sobre los caminos que se complementan con testigos y piques al costado del camino para identificar las capas granulares.

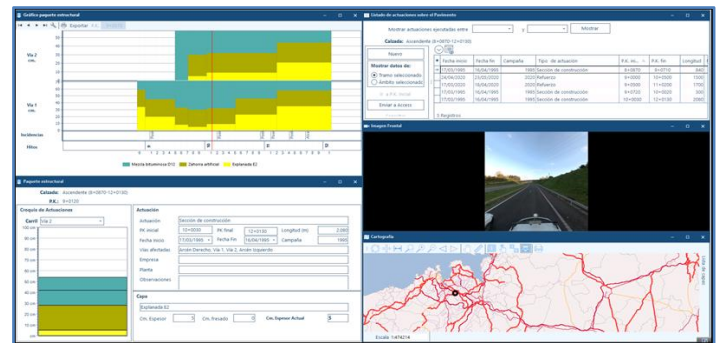


Figura 5. Módulo de Pavimentos del Sistema de Gestión Vial

Por cada capa de material el sistema permite incorporar datos como tipo de capa, Módulos de Elasticidad o Coeficientes de Poisson, para posteriormente mediante el módulo de Gestión de Pavimentos, predecir el deterioro del pavimento mediante modelos propios de evolución y recomendar los trabajos óptimos a realizar. Las carteras de proyectos que puedan generarse en este módulo serán complementarias a las que se generen bajo HDM-4 y son una potente fuente de información para la gestión de la conservación, en la fase de generación de proyectos, que realizan las Direcciones Regionales de Vialidad y otorgarán una herramienta útil en la toma de decisiones.

2.2.5. Módulo de auscultación.

En el módulo de Auscultación se ha cargado la información de las Auscultaciones automatizadas realizadas sobre los pavimentos, referidas a la actual campaña 2022 - 2024 y la de años anteriores.



Figura 6. Módulo de Auscultación del Sistema de Gestión Vial (Región de Aysén).

En el sistema se han cargado los datos correspondientes a Deflexiones, IRI, Deterioros y Textura. Como se ve en la Figura 6, el sistema permite posicionarse en todos los parámetros a la vez y así realizar una primera evaluación muy rápida de la situación en la que se encuentran las vías. Además, permite visualizar información de varios años a la vez, para conocer la evolución de estos, crear histogramas, etc., como se observa en la Figura 7.

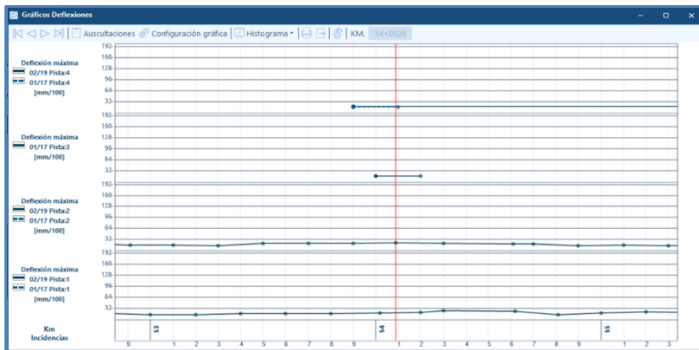


Figura 7. Auscultación de Múltiples Campañas módulo de Auscultación del Sistema de Gestión Vial.

Un uso útil de ver gráficamente la evolución de los indicadores es poder situarse en aquellos que pueden ser más sensibles o perceptibles por los usuarios de los caminos, como es el IRI. Esto puede dar una alerta sobre aquellas vías que han experimentado tasas crecientes en las últimas mediciones y enfocarse por lo tanto en revertir dicha situación. La visualización gráfica hace además más amigable la comprensión de parámetros más duros o difíciles de interpretar, como la deflexión, de manera que no siendo alguien especialista en esta área pueda concluir con un simple análisis alguna medida que deba tomarse. Igualmente, mediante temáticas, el sistema permite representar gráficamente cada uno de los parámetros, creando tramos homogéneos (Figura 8).

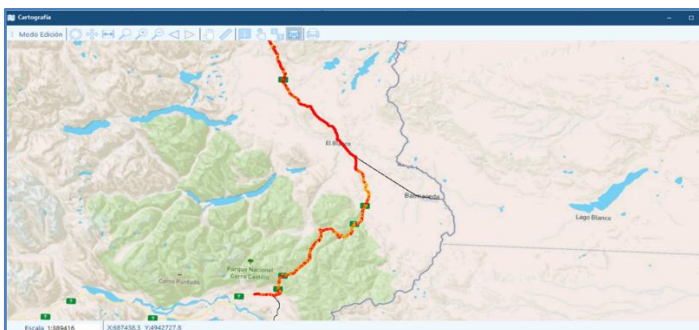


Figura 8. Temática sobre herramienta GIS del Sistema de Gestión Vial (Región de Aysén).

2.2.6. Módulo de tráfico.

Se ha cargado en el sistema toda la información referente al

tránsito y al tránsito de vehículos pesados que son los incidentes directamente en el deterioro de los pavimentos. La información proviene de modelos de asignación como ATI "Asignación de Tránsito Interurbano" que trabaja sobre los Censos de Tránsito que ejecuta la Dirección de Vialidad bianualmente en más de 800 puntos en todo el país. A partir de dicha información el sistema permite calcular los niveles de servicio de manera automática, es decir establecer los rangos de funcionamiento de la vía con el TMDA asignado y su relación con la capacidad nominal, esto puede indicar por ejemplo rutas con niveles bajos de servicio que podrían requerir ampliaciones de capacidad. Dispone a su vez, de gráficos estadísticos de los valores registrados en las sucesivas campañas de recolección de datos. Este módulo permitirá a futuro el estudio de la intensidad de tráfico de los caminos en análisis. Potencialidades pueden establecerse al asignar TMDA a vías no pavimentadas y visualizar aquellas cuyo crecimiento en el tiempo pueden indicarnos necesidades de pavimentación, por ejemplo (Figura 9).

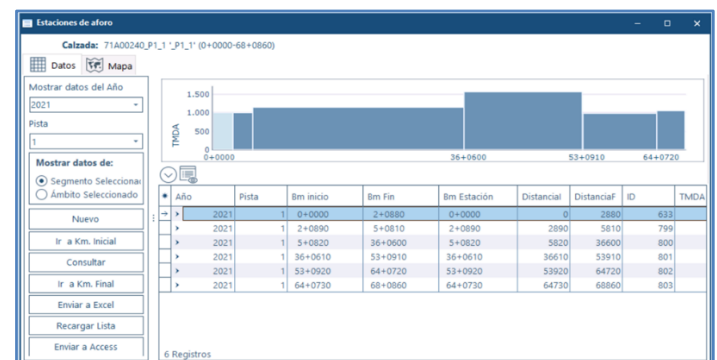


Figura 9. Módulo de Tráfico del Sistema de Gestión Vial.

2.2.7. Módulo de tramificación.

El sistema realiza una tramificación homogénea en función de la geometría de la vía, el tráfico, el pavimento y los diferentes parámetros de auscultación medidos. De tal forma que se podrá conocer los valores característicos de cada parámetro en cada subtramo realizado. Además, si a consideración del técnico, se deben tener en cuenta otros tramos, podrá realizarlos y el sistema calculará en ellos de forma automática el valor característico de cada parámetro. Esto es útil para evaluadores de proyectos que requieren valores agregados de parámetros, para por ejemplo hacer evaluaciones de proyectos específicos que no necesitan valores puntuales, sino que valores macros. La tramificación a su vez permite detectar zonas del camino con valores de algunos parámetros muy disímiles frente a otros tramos, como por ejemplo el TMDA, lo que permitiría a los analistas detectar inconsistencias a corregir o a mejorar mediante proyectos específicos (Figura 10).

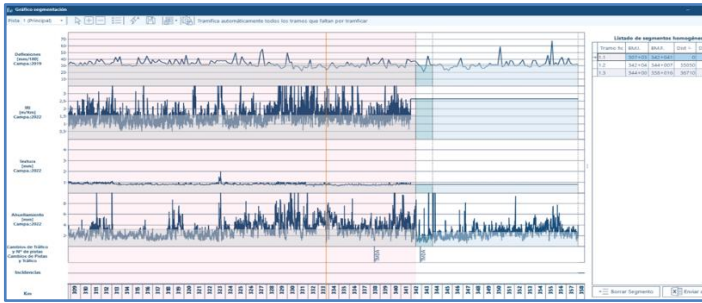


Figura 10. Módulo Tramificación del Sistema de Gestión Vial.

2.2.8. Módulo de gestión de pavimentos.

El Sistema PMS está desarrollado pensando en el técnico y gestor de una red de caminos. Este tema implica un complejo proceso de análisis del estado de los pavimentos. En este apartado, se registran las actuaciones a realizar en el pavimento en función de unos niveles de calidad establecidos y de los valores de los parámetros de auscultación obtenidos de la tramificación. El sistema se ha configurado para que tenga en cuenta las políticas de inversión utilizadas por el Departamento de Gestión Vial. Adecuaciones posteriores deberán realizarse para homologar las políticas de conservación que se utilizan en las corridas de HDM-4, con sus umbrales de intervención y tipología de acciones de conservación, los árboles de decisión del PAM (Proposición de Acciones de Mantenimiento), y otros análisis de manera que los resultados que se obtengan de este proceso puedan compararse con el sistema de gestión de ICARO (Figura 11).

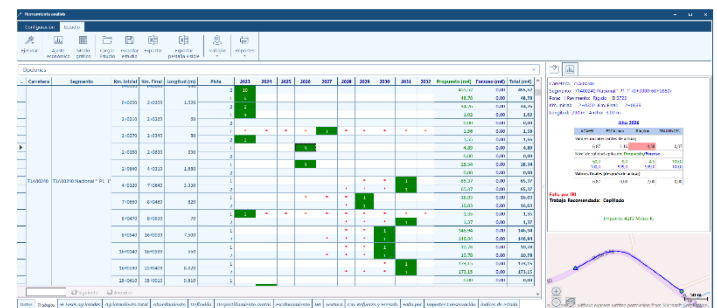
Figura 11. Políticas de inversión módulo PMS

En base a ellas, el técnico podrá conocer los presupuestos que se requieren para mantener el pavimento en un estado óptimo según los criterios establecidos o predefinidos. La Ventaja sobre

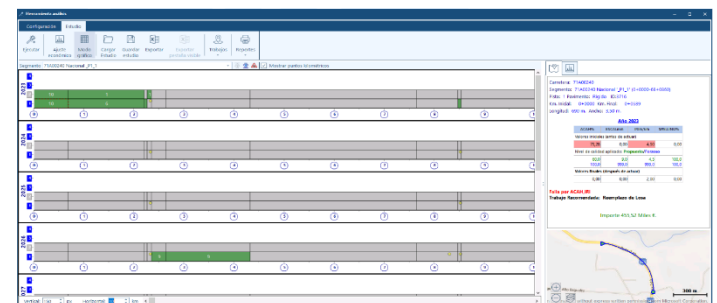
otros sistemas, como HDM-4, es que este módulo permite una visualización rápida de una propuesta técnica sobre el pavimento con los criterios ingresados sin que tenga que cargarse nuevos datos o efectuar maniobras adicionales, pues haciendo uso de lo existente es capaz de predecir el deterioro y asignar acciones de conservación con y sin presupuesto restringido en los años de análisis. Lo anterior presenta una ventaja sobre HDM-4 que está orientado a análisis macros de la red vial, con un tiempo no menor de configuración del sistema y un trabajo posterior de interpretación de los resultados.

3. Análisis de resultados.

En la Figura 12 se presenta un ejemplo de aplicación del módulo de gestión de pavimentos a la Ruta 240 de la región de Aysén (71A00240). En particular, se presenta la herramienta de visualización del programa de conservación. En la Figura 12a, el panel derecho presenta el código de las actuaciones requeridas por tramo homogéneo para cada uno de los años. El panel izquierdo muestra para cada tramo homogéneo seleccionado un resumen de identificación del tramo (PK, pista evaluada, tipo de pavimento, ubicación geográfica, etc.), los parámetros medios por tramo y sus respectivos umbrales de intervención, indicando la actuación a realizar según tipo de falla. La Figura 12b muestra una alternativa de visualización gráfica de las actuaciones, que permite apreciar claramente si las actuaciones se realizan por calzada, por pista y su ubicación espacial dentro del tramo.



a) Visualización programa de conservación por tramos y años.



b) Visualización gráfica de actuaciones.

Figura 12. Herramienta de Gestión de Pavimentos en el Sistema de Gestión Vial

4. Conclusiones.

Mostrar los avances en la implementar un sistema de Gestión Vial, en fase de prueba, ha sido el foco principal de este trabajo. Su evaluación crítica y puesta en marcha progresiva ayudará a la toma de decisiones en materia de proponer acciones de conservación a ejecutar en un periodo aproximado de 5 años. Las fases iniciales se enfocan en la red vial pavimentada de las regiones de Aysén y de Los Ríos, avanzando progresivamente a todo Chile a finales de 2024. Durante el proceso de implementación en estas regiones, se han resuelto problemáticas relativas a búsqueda de fuentes de información para la alimentación del sistema.

Las ventajas comparativas frente a otros sistemas de uso en la gestión de activos, es que en una misma plataforma convergen los datos estructurales de los pavimentos, las acciones efectuadas sobre ellos, los niveles históricos de deterioros estructurales y funcionales, la geometría de las vías, su visualización gráfica indexada a los parámetros medidos, los modelos de comportamiento auto calibrados y la evolución futura del deterioro, para que en conjunto con las políticas de conservación fijadas por el evaluador permitan tener una cartera de conservación a corto plazo a proponer a los tomadores de decisiones.

La información integral contenida en el sistema de gestión vial, es de vital importancia tanto para el personal técnico abocado a las labores de generación de proyectos de conservación, como para los evaluadores de otras tipologías de inversiones en el área vial, como también para las autoridades gubernamentales que podrán consultar la información cargada en el sistema visualizando gráficos y diagramas actualizados en tiempo real, en cualquier parte del mundo, ya que el sistema está hecho en base a una plataforma web con una clave de acceso.

Será un desafío para el futuro, concluir si el sistema ícaro, permitirá mejorar la gestión de la información de la red vial pavimentada, la evolución de su estado, la gestión de la conservación a un nivel técnico y de planificación estratégica. De ser así se puede ampliar su cobertura a la red de caminos básicos y la red de caminos no pavimentados, lo que permitiría tener una gestión global de los activos viales de la Dirección de Vialidad.

Respecto a la implantación del sistema en las regiones de Aysén y Los Ríos, hay que indicar que se ha encontrado indispensable la implantación de un sistema de gestión, ya que con él se han detectado errores en la georreferenciación de las vías, toma de datos o información adicional que se tiene en cuenta. A través del sistema esta información puede ser corregida y obtener Planes de Mantenimiento Vial que realmente se adapten a las evoluciones de los parámetros que representan su condición superficial y

estructural. De esta forma se ha considerado un importante ajuste al presupuesto de las regiones.

5. Referencias.

- Al-Samahi, S., & Varela Soto, F. (2021). Road Asset Management: Innovative Approaches. *Proceedings of the 18th International Road Federation World Meeting & Exhibition. Sustainable Civil Infrastructures*. . Dubai: Springer.
- George, K. P. (2000). *Pavement Management System. Prediction model and feedback system*. USA.: Montana Department of Transportation (MDOT).
- MOP. (2022a). *Red Vial Nacional - Dimensionamiento y Características*. Chile: Dirección Nacional de Vialidad.
- MOP. (2022b). *Estudio Básico "Diagnóstico Auscultación Automatizada de Pavimentos"*. Chile: Dirección Nacional de Vialidad.
- Morosiuk, G., Riley, M., & Odoki, J. (2004). *Modelling road deterioration and works effects, Version 2*. UK.: HDM-4 Highway Development and Management Series. Volume Six.
- Pozo, E. (2022). Gestión de Pavimentos. *V Congreso Nacional de Pavimentos. Instituto Latinoamericano de Investigación y Estudios Viales*. Lima.
- Ramos, J. (2021). Gestión integral de activos para una conservación moderna de una red de carreteras. *Seminario Máster Universitario en Sistemas de Ingeniería Civil*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.
- Sanz, J. (2023). Adaptación de los sistemas de gestión de firmas a la realidad de las experiencias locales. *Simposio Nacional de Firmes. Asociación Técnica de Carreteras*. Valencia, España.
- UNE-ISO 55000. (2015). *Gestión de activos: Aspectos generales, principios y terminología*. Madrid, España: Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).
- Varela, F. (2021). Road Asset Management: Different Approaches in Different Road Networks. *Routes/Roads*, 56-62.