

Título: “Metodología para recolección y procesamiento de datos de deterioro en pavimentos en la provincia de San Juan”

Bustos, Marcelo G.; Cárdenas Palumbo, J. Matías; Contrera Cepeda, Carla M.; Pérez, Milagros B.
Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña, Facultad de Ingeniería, UNSJ
mbustos@eicam.unsj.edu.ar

Resumen

En la provincia de San Juan, Argentina, actualmente no se dispone de un sistema completo para la gestión y administración de las rutas bajo jurisdicción de la Dirección Provincial de Vialidad. La toma de información se concentra en proyectos específicos, pero no sigue una metodología ordenada y sistematizada. Desde principios del 2023 se lleva a cabo un proyecto PDTS en forma conjunta entre la Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña (EICAM) de la UNSJ, y la Dirección Provincial de Vialidad (DPV) de San Juan, para la generación de un protocolo metodológico basado en un manual de procedimientos que permita sistematizar la recolección y procesamiento de información de tránsito y estado de los pavimentos de la red.

En el presente artículo se describe el estado de avance de dicho protocolo, detallando los antecedentes bibliográficos y metodológicos analizados y los procedimientos preliminares propuestos para la recolección de información de deterioro de pavimentos por inspección visual. Asimismo, se presentan los principales resultados obtenidos en campañas de toma de datos en pavimentos de rutas provinciales de San Juan donde la información se ha recopilado tanto en forma manual, como a través de imágenes y filmaciones efectuadas con drones, que se procesan y digitalizan mediante procesos semi-automatizados.

El aporte de profesionales y personal directivo de la DPV resulta de gran importancia para validar los procedimientos propuestos, y afianzar su utilización sistemática dentro de los mecanismos de gestión vial que lleva adelante la repartición gubernamental.

Palabras clave: PAVIMENTOS, GESTIÓN VIAL, DETERIORO, CARRETERAS.

INTRODUCCIÓN

Dentro del marco de un proyecto PDTS en curso, se está desarrollando un trabajo conjunto entre la Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña (EICAM) de la UNSJ, y la Dirección Provincial de Vialidad (DPV) de San Juan, para la generación de un protocolo metodológico que sirva de base para sistematizar y coordinar eficientemente la gestión vial a nivel provincial.

La provincia de San Juan se encuentra trabajando en la informatización del inventario vial correspondiente a las rutas bajo jurisdicción de Vialidad Provincial, y su incorporación dentro de un Sistema de Información Geográfica (SIG). En la actualidad, parte de esta información está volcada dentro de la Red UNIDE (Unidad de Infraestructura de Datos Espaciales).

OBJETIVOS

El objetivo principal del proyecto en curso, consiste en diseñar, validar y acordar un procedimiento metodológico sistematizado para ser aplicado por la DPV de San Juan en los procesos de recolección,

procesamiento y digitalización de información actualizada sobre indicadores de tránsito, deterioro y estado superficial en caminos de la red vial bajo jurisdicción provincial. Específicamente, en este artículo se describen brevemente las principales actividades desarrolladas dentro del proyecto, haciendo hincapié particularmente en la metodología aplicada para la detección y procesamiento de indicadores de deterioro en la superficie de pavimentos, a partir de imágenes obtenidas con vehículos aéreos no tripulados (VANT, o drones).

METODOLOGÍA UTILIZADA

En una primera etapa, las actividades del proyecto se concentraron en la recopilación de antecedentes bibliográficos sobre diferentes tipos de catálogos y metodologías de clasificación de deterioros superficiales en pavimentos rígidos y flexibles, a cargo de alumnos becarios, de grado y posgrado. Se analizaron métodos tales internacionales tales como el SHRP-LTPP [1], el PCI [2], y los catálogos DIRCA-IBEA [3], entre otros (Figura 1).

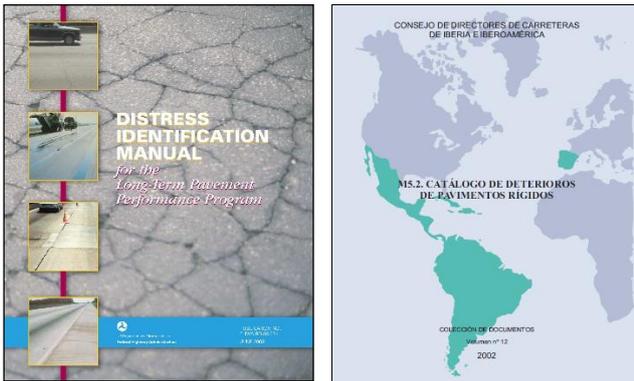


Figura 1: Catálogos de deterioros en pavimentos (FHWA, 2003 y DIRCA-IBEA, 2012).

Se sintetizó y procesó la información principal contenida en estos métodos, en monografías elaboradas especialmente para el proyecto [4], y se comenzó con la redacción de los capítulos de un Manual de Procedimientos para su posterior discusión y revisión por parte de los profesionales de la DPV de San Juan.

Asimismo, se llevaron a cabo pruebas piloto para la aplicación de mecanismos de toma de datos en campo, en rutas situadas en el Gran San Juan, utilizando planillas e instructivos de inspección visual, y simultáneamente se llevaron a cabo registros fílmicos de la superficie de los pavimentos evaluados, utilizando equipamiento VANT propiedad de la EICAM (Fig. 2).



Figura 2: Recopilación de datos de deterioro.

El trabajo con el VANT se desarrolló en sucesivas etapas consistentes en la adquisición de imágenes, procesamiento de la información, y aplicación de técnicas de segmentación y clasificación, siguiendo en parte experiencias previas en otros países [5] [6].

La adquisición de imágenes con el VANT se llevó a cabo configurando un plan de vuelo a una altura de 30m sobre la calzada y un traslape frontal y lateral del 80% entre las imágenes, con una resolución de 1,3cm/px.

RESULTADOS

Para el procesamiento de las imágenes, una vez establecido el sistema de coordenadas, se efectúa la importación de las imágenes y los puntos de apoyo fotogramétricos procesados y corregidos. Luego se realiza la orientación de las fotos donde se detectan los puntos homólogos entre las fotografías, y se puede determinar el posicionamiento exacto de las cámaras.

Luego se realiza la calibración y optimización de las cámaras, se proyectan en cada una de las imágenes los puntos de apoyos colocados en el terreno, y se procede a generar la nube de puntos densa para determinar la posición exacta de cada pixel de la imagen. Con ello, se procede a generar el modelo digital de elevaciones del tramo y el ortomosaico, es decir una imagen libre de deformaciones geométricas (Fig. 4). Estos dos elementos forman parte de los parámetros de entrada en el software para la detección de grietas en el pavimento.

Posteriormente, el proceso de segmentación consiste en la subdivisión de una imagen en sus partes constituyentes. En la segmentación se clasifican los pixels de una imagen agrupándolos según atributos básicos, tales como la luminancia en imágenes monocromáticas o los componentes de color en imágenes de color RGB, así como también textura, forma, compacidad, etc.

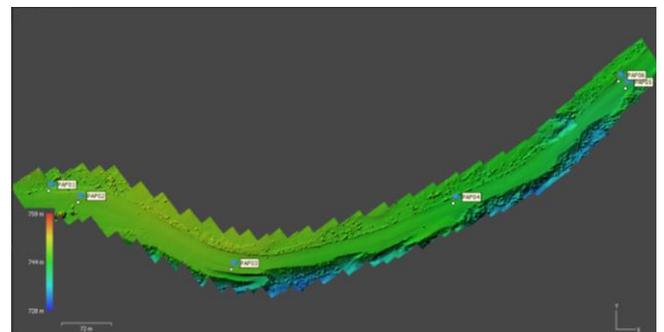


Figura 3: Generación del modelo digital de terreno

La segmentación automática es una de las etapas más complejas y de ella depende el éxito del procesamiento y por lo general resulta de un análisis iterativo y repetitivo variando los principales parámetros. En este trabajo se aplicó segmentación por multirresolución, consistente en el crecimiento de regiones agrupando píxeles adyacentes con características o propiedades similares, según criterios de homogeneidad espectral.

La clasificación de los elementos segmentados puede realizarse por diferentes métodos en el software eCognition [7]. En este proyecto se usó una clasificación supervisada, aplicando conceptos de “machine-learning” al análisis de dos pasos. El primer paso consiste en un entrenamiento a través de muestreo de los elementos segmentados, y el segundo la selección de características que serán aplicadas al dominio de la imagen, clasificando cada uno de los elementos según los parámetros elegidos.

Para la clasificación de las fisuras y grietas, las principales características geométricas y de forma de los objetos fueron las relaciones longitud/ancho, asimetría, compacidad y ajuste elíptico, ya que son las más representativas, para diferenciarlas del resto de los elementos de la calzada (Fig. 4).

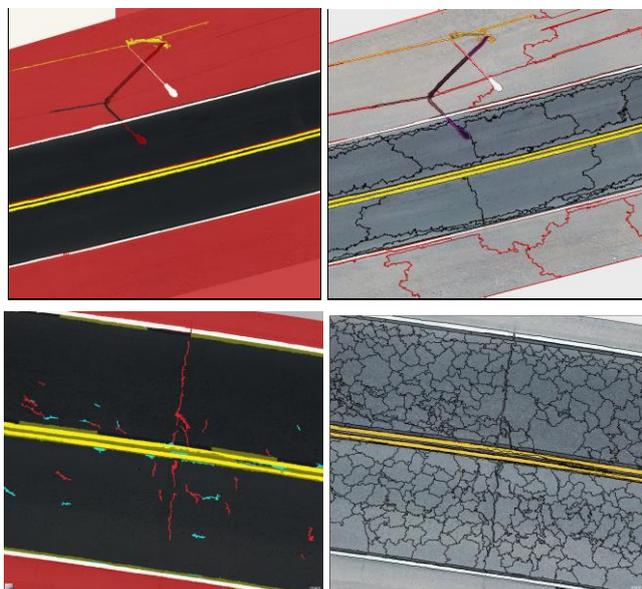


Figura 4: Procesamiento de grietas y fisuras

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Si bien la metodología se encuentra en plena etapa en desarrollo a la fecha de redacción del artículo, los resultados obtenidos son muy promisorios. En las

imágenes analizadas siguiendo el procedimiento propuesto, pudieron detectarse más del 90% de las fallas visibles. Fue posible diferenciar claramente las grietas de otros objetos de imagen de características similares, como las manchas propias del pavimento y marcas propias de la demarcación horizontal.

No solamente se detectaron fisuras y agrietamientos, sino también elementos adicionales con deterioros, tales como banquetas erosionadas y demarcación horizontal difusa. Esto es de gran utilidad para el inventario vial que se pretende desarrollar.

Algunos inconvenientes a tener en cuenta son la presencia de grandes sombras, y/o el constante paso de vehículos en el camino sobrevolado, ya que en el primer caso se genera ruido y falta de información en la imagen, y en el segundo caso se vuelve complicado el enmascaramiento para eliminar a los vehículos durante la etapa de procesamiento.

La principal ventaja es que el algoritmo configurado puede ser utilizado en las sucesivas secciones relevadas y obtener tanto el área como la longitud de las grietas presentes en el pavimento.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Federal Highway Administration (2003) “Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Program”. Publication N° FHWA-RD-03-031, June 2003. US DoT. Washington D.C., EE.UU.
- [2] Shahin, M.Y. and Kohn, S.D. (1979) “Development of a Pavement Condition Rating Procedure for Roads, Streets, and Parking Lots. Volume II. Distress Identification Manual”. Army Construction Engineering Research Laboratory. Champaign, Illinois, U.S.A., 1979.
- [3] Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica (2002), “M5.1 y M5.2 Catálogos de Deterioros de Pavimentos Flexibles y Rígidos”. Colección de Documentos, Vol. N° 11 y 12, 2002.
- [4] Pendones Fernandez, Emmanuel (2023) “Comparativa de Metodologías de Evaluación del Estado del Pavimento”. Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña, UNSJ, Setiembre 2023.
- [5] Peña Sotomayor, M. P., & Zárate Torres, B. A. (2020). Empleo de VANT para determinar fallas superficiales en pavimentos flexibles. *Avances Investigación En Ingeniería*, 17 (2 (Julio-Diciembre)).
- [6] Sánchez, M.C.; Lanz, D.R.; Martínez, T.E. (2019). Detección de deterioros en pavimentos flexibles a partir del procesamiento de imágenes y modelos de su superficie. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. 13, núm. 1, pp. 1-12. Cuba, 2019
- [7] GmbH, T. G. (2014). *Trimble eCognition Developer - Reference Book*. München, Germany.