



## **OMICRON**

**Robotización y automatización de la operativa de  
sellado de grietas superficiales**



---

## ÍNDICE

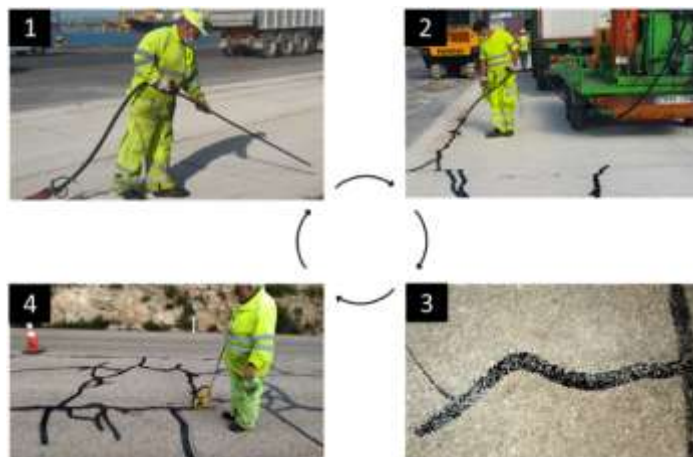
1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	OBJETIVO	4
3.	SOLUCIÓN	4
4.	DESCRIPCIÓN	5
5.	CONSIDERACIONES Y MEJORAS	8
6.	IDEA ORIGINAL	8
7.	ANEXO I: REPORTAJE FOTOGRÁFICO	9

## 1. INTRODUCCIÓN

La inspección y el mantenimiento de las carreteras implican múltiples actividades que pueden dar lugar a accidentes y enfermedades profesionales graves, como atropellos, quemaduras, lesiones debidas al transporte de grandes pesos y otros tipos de accidentes.

Una de las intervenciones de mantenimiento de carreteras que se ha desarrollado en el proyecto OMICRON es el sellado de grietas. El proceso actual presenta diversas problemáticas como son la frecuente exposición al tráfico de los operarios y la peligrosidad de trabajar con el mástico bituminoso a altas temperaturas (180-200°C) y altas presiones. Actualmente en la operativa se ven envueltos 4 operarios, más el transporte de la maquinaria, que ejecutan las siguientes fases:

1. Limpieza de la grieta con una lanza térmica de gas propano.
2. Sellado de la grieta con mástico a través de una manguera de teflón sin protecciones térmicas.
3. Dispensado de árido sobre el mástico para evitar reflejos a los conductores y el deslizamiento de los vehículos.
4. Medición de los metros lineales de grietas selladas ejecutadas.



*Figura 1. Fases de la operación actual de sellado de grietas*

El riesgo de dicha operativa aumenta la posibilidad de sufrir accidentes de trabajo como atropellos o quemaduras de alto grado. Es por ello que, para aumentar la seguridad de los operarios y usuarios de las vías, se pretende automatizar y robotizar las tareas de mantenimiento de sellado de juntas.

## 2. OBJETIVO

El objetivo principal del proyecto es mejorar la seguridad en el sellado de grietas de los operarios de conservación expuestos al tráfico en zonas peligrosas.

Para lograr dicho objetivo principal, se plantean los siguientes objetivos parciales:

- Reducir a cero la siniestralidad de los operarios de conservación eliminando la necesidad de exposición de operarios de conservación en el proceso de sellado de fisuras.
- Reducción tiempo de exposición máxima al preparar la maquinaria.
- Reducir la accidentalidad asociada de los usuarios de la vía en conservación.

## 3. SOLUCIÓN

Se plantea como solución la automatización de la operación del sellado de grietas en el pavimento donde se incluyen:

- El desarrollo hardware de una herramienta de sellado que combine todas las fases de la operativa y la automatización de la máquina selladora.
- El desarrollo software necesario para la detección de grietas a través de un sistema de percepción basado en inteligencia artificial y la generación y ejecución de trayectorias a través de un brazo robótico.
- El desarrollo software de una interfaz de usuario con herramienta de soporte de Realidad Virtual y Realidad Aumentada.
- La integración del proceso robótico con la herramienta de sellado diseñada.

Esta operación utiliza una plataforma robótica polivalente desarrollada en el proyecto para realizar las siguientes actuaciones de mantenimiento:

- Sellado automático de grietas superficiales.
- Borrado de marcas viales horizontales mediante tecnología láser.
- Limpieza automática de señales verticales e iluminación.
- Instalación automática de conos.

- Instalación automática de barreras de seguridad.

Dicha plataforma consiste en una caja de camión con sistema multilift (independiente de la cabeza tractora) que dispone de los elementos necesarios para la intervención: generador eléctrico, compresor de aire, cuadro de control, máquina selladora, etc. En la parte trasera de esta plataforma se sitúa el brazo robótico, que realiza las operaciones sobre el pavimento. Esta es móvil tanto en sentido vertical, para tener distintas alturas de trabajo o transporte, como en sentido horizontal, para conseguir más alcance lateralmente.



*Figura 2. Plataforma robótica diseñada para el sellado de grietas*

#### **4. DESCRIPCIÓN**

Para realizar la operativa con un único brazo robótico es necesario crear una herramienta de sellado que combine todas las fases descritas anteriormente. Para ello, se ha diseñado una herramienta secuencial formada por:

1. Conducto de aire a presión para realizar la limpieza de la grieta.
2. Conducto de aire caliente para calentar las paredes de la grieta.
3. Manguera calefactada eléctricamente para el dispensado del mástico.
4. Depósito de árido para su dispensado inmediato tras el mástico.

Cada uno de los componentes de la herramienta están comandados eléctricamente y controlados por el software del sistema.





Durante la operativa de sellado de grietas se diferencian dos fases que se controlan y robotizan de maneras distintas.

La primera trata del sellado de las grietas de eje, caracterizadas por su larga longitud y rectitud. Esta operativa se ejecuta de manera continua, es decir, con el camión en movimiento, de tal forma que este se sitúa en el inicio de la grieta, el robot lo identifica con el sistema de visión montado sobre él y se coloca sobre la grieta. En este momento comienza la operación de sellado donde el operario, desde la cabina del camión, puede modificar la posición del robot desde una tablet conforme a las pequeñas desviaciones que pueda haber en la grieta, siendo una operación semiautomatizada.

La segunda operativa trata del sellado de grietas longitudinales y transversales y está totalmente automatizada. Como en el caso anterior, el camión se sitúa al inicio del pavimento hasta encontrar la primera grieta gracias al sistema de visión montado sobre la plataforma y mostrado en la tablet con herramientas de realidad virtual para su posicionamiento. A través del sistema de percepción se detectan y segmentan las grietas generando la secuencia robótica, que puede ser modificada por el usuario.



*Figura 5. Dcha.: Sellado grieta de eje. Izq.: Sellado grietas long-trans, Abajo: Resultado de grieta sellada*

## 5. CONSIDERACIONES Y MEJORAS

Este proyecto se encuentra en una fase temprana a la implantación en la conservación de carreteras.

En esta primera fase se ha demostrado cómo el prototipo diseñado con la tecnología empleada es capaz de realizar la operativa completa sin la necesidad de exponer ningún trabajador al tráfico. Dicho prototipo está montado sobre una plataforma multifuncional, pudiendo realizar diversas actuaciones de mantenimiento, además de ser independiente del camión que se utilice. Por otro lado, se ha desarrollado un mástico más adecuado para la operativa adquiriendo las mismas propiedades, ya que es manejable a menor temperatura, por lo que se reducen los tiempos de preparación de la intervención.

Como siguientes pasos se pretende mejorar dicho prototipo para aumentar su productividad. Para ello, se pretende implementar un brazo robótico de mayor alcance de manera que abarque todo el ancho de la calzada sin la necesidad de utilizar un eje horizontal extra. Además, otra de las mejoras a implementar es la sincronización del movimiento del camión con el movimiento del robot durante la operativa de sellado de manera que esta se pudiese realizar de manera continua.

## 6. IDEA ORIGINAL

La idea original es José Ramón López Marco, responsable de I+D+i de Pavasal Empresa Constructora.

Como colaboradores en la parte de técnica han participado:

- Sara Rabadán Mayordomo: Técnica de proyectos de I+D+i de Pavasal Empresa Constructora.
- José Ramón Albert García: Coordinador de Actividades de I+D+i en el Grupo Pavasal.
- Jordi Mayals de la Torre: Jefe COEX de la obra Conservación Sector V1 del Ministerio de Fomento.
- Ander Ansuategui Cobo: Coordinador de Robótica en Fundación Tekniker.



- Themis Anastasiou: Investigador en Laboratory for Manufacturing systems and Automation de la Universidad de Patras, Grecia.
- José Solís Hernández: Director de proyectos de I+D+i en el área de transporte, infraestructuras y digitalización en CEMOSA.

## **7. ANEXO I: REPORTAJE FOTOGRÁFICO**



