

REPARA 2.0 UN NUEVO CONCEPTO DE GESTIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS

EL OBJETIVO DE ESTE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN ES EL DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS Y METODOLOGÍAS QUE APOYEN LA GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y PERMITAN REHABILITAR Y CONSERVAR CUALQUIER TIPOLOGÍA DE CARRETERA A UN MENOR COSTE ECONÓMICO Y MEDIOAMBIENTAL.

El patrimonio viario está en peligro debido a las restrictivas políticas de inversión, fruto de la crisis económica y de los recortes habidos en conservación y mantenimiento de carreteras. Según el último estudio sobre necesidades de conservación publicado por la Asociación Española de la Carretera en mayo de 2016, las carreteras de nuestro país se enfrentan a un deterioro sin precedentes, la peor situación de toda la serie del estudio, que se inició en el año 1985. Según este estudio, las necesidades actuales de inversión en reposición y refuerzo de firmes se cifran en 6.217 millones de euros para el conjunto de las carreteras españolas. De ellos, la red del estado, precisa de 1.917 millones, y la red autonómica de 4.300 millones.

Las consecuencias de este deterioro son un empeoramiento de la comodidad de la circulación y de la seguridad vial, pérdida de competitividad interterritorial y con respecto a nuestros socios europeos, aumento exponencial de los costes de reparación, (cada euro no invertido a tiempo en refuerzo de firmes se transforma en 5 € a los tres años y en 25 € en el quinto), incremento de los costes de mantenimiento de los vehículos y aumento del consumo de combustible de los vehículos y de las emisiones contaminantes que éstos genera.

EL PROYECTO REPARA 2.0, tiene como objetivo el desarrollo de nuevas tecnologías y metodologías que apoyen la gestión de infraestructuras y permitan rehabilitar y conservar cualquier tipología de carretera a un menor coste económico y medioambiental, mejorando su adaptación frente al cambio climático y se plantea en un momento crítico a nivel nacional debido al mal estado en el que se encuentran las carreteras en España y en otros países de Europa y del resto del mundo.

En REPARA 2.0, se desarrollarán **nuevas mezclas bituminosas** recicladas a tasas de hasta el 100%, que sean **más sostenibles y resilientes, de prestaciones mecánicas similares a las mezclas en caliente**, aptas para vías de alta capacidad, obtenidas con bajo consumo de energía y baja generación de emisiones y **fabricadas a temperatura ambiente**, (tecnologías en frío), lo que constituirá una novedad mundial.

REPARA 2.0 también estudiará la forma de conseguir fabricar nuevos pavimentos sonorreductores mediante el empleo, por primera vez a nivel internacional, de mezclas recicladas fabricadas a menos de 100°C, (mezclas recicladas templadas), que, además de la reducción de ruido, no presenten los problemas de durabilidad asociados a este tipo de mezclas. En REPARA 2.0, se tratará de conseguir que se haga el primer tramo de pruebas a nivel nacional, y uno de los primeros a nivel internacional, con **mezclas con capacidad de autoregenerarse** y estudiará nuevas soluciones que permitan conse-

REPARA 2.0 - A NEW INFRASTRUCTURE MANAGEMENT CONCEPT

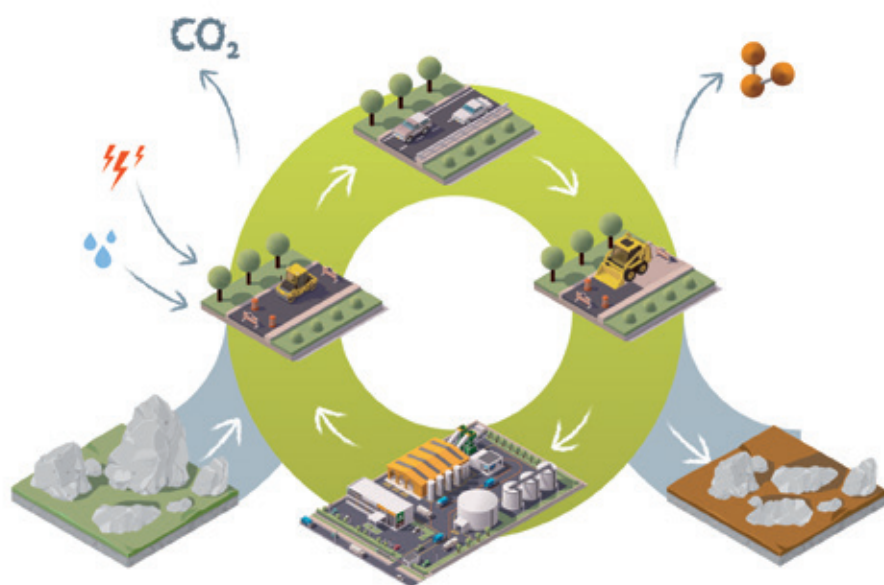
THE OBJECTIVE OF THIS RESEARCH PROJECT IS TO DEVELOP NEW TECHNOLOGIES AND METHODOLOGIES TO SUPPORT INFRASTRUCTURE MANAGEMENT AND ENABLE THE RESTORATION AND CONSERVATION OF ALL ROAD TYPES WITH LOWER COSTS AND A LESSER ENVIRONMENTAL IMPACT.

The road network is in jeopardy due to restrictive investment policies arising from the economic crisis and cutbacks in road conservation and maintenance. According to the latest Spanish Road Association report on maintenance needs, published in May 2016, our roads are undergoing unprecedented deterioration and are in the worst condition since the report was first published in 1985. According to this study, current investment requirements for replacement and reinforcement of surfaces amount to €6,217 million for all Spanish roads. It is estimated that the state network requires investment of €1,917 million and the regional network €4,300 million.

The consequences of this deterioration are: less comfort and safety for vehicles; loss of inter-territorial competitiveness and, with respect to our European partners, an exponential increase in repair costs (every euro not invested on time in surface maintenance requires investment of €5 within three years and €25 within five years); increased maintenance costs for vehicles, increased vehicle fuel consumption and higher contaminating emissions.

The REPARA 2.0 PROJECT seeks to develop new technologies and methodologies to support infrastructure management and enable the restoration and conservation of all road types with lower costs and a lesser environmental impact, whilst also enhancing road adaptation to climate change. The project is being carried out at a critical time, given the poor state of roads in Spain and in other countries throughout Europe and the world.

REPARA 2.0 will see the development of **new recycled asphalt mixtures** implementing up to 100% of recycled materials. **These mixtures will be more sustainable and resilient and they will have mechanical properties similar to those of hot mix asphalts.**



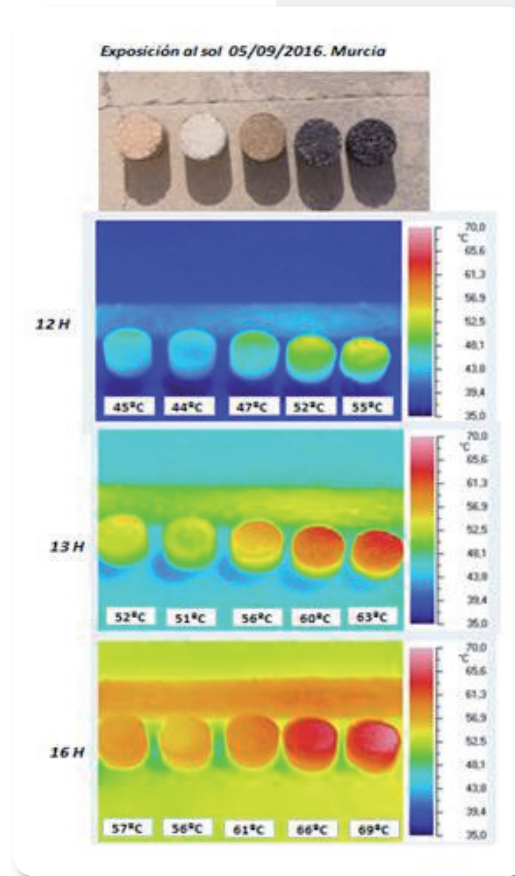
Ciclo de vida de la construcción y mantenimiento de carreteras

guir **carreteras más resilientes frente al cambio climático**, como la basada en pavimentos que emplean **mezclas asfálticas con un bajo nivel de retención de calor o mayor nivel de reflectancia solar o albedo**, sin alterar las condiciones exigidas de seguridad para los usuarios, especialmente pensados para combatir el efecto **isla de calor** asociado al calentamiento global en ciudades.

En el marco del proyecto REPARA 2.0 se desplegará un tramo de ensayo con sensores embebidos que permitan una monitorización continua de las variables que pueden afectar a la degradación del firme. En paralelo, como no siempre se dispone de alimentación eléctrica y comunicaciones cableadas, se desarrollarán tecnologías para unos nuevos sensores autónomos e inalámbricos, capaces de recargarse inalámbricamente, y transmitir, en tiempo real el estado en que se encuentra el firme con el objeto de poder conocer cuál es el momento en que hay que hacer mantenimiento preventivo, mucho menos costoso que el curativo y, de esta forma apoyar a la gestión de la infraestructura y conseguir firmes mucho más duraderos.

Asimismo, estos tramos de ensayo se auscultarán mediante un novedoso sistema de alto rendimiento para la determinación de huecos y la detección de defectos.

REPARA 2.0 también estudiará nuevos sistemas de pesaje dinámico, capaces de detectar con la precisión requerida las cargas que transportan los vehículos pesados, verdaderos causantes del deterioro de los firmes de carretera, lo que supondrá una auténtica revolución en el control de las cargas que se transportan por esta infraestructura lo que, necesariamente, repercutirá en una mejor y mayor conservación de nuestros pavimentos.



They will be suitable for high-capacity roads and will be produced with low energy consumption, low emissions and at **ambient temperature** (cold technologies). The result will be a pioneering technology worldwide.

REPARA 2.0 will also study ways of manufacturing **new low-noise pavements** through the use, for the first time ever at international level, of recycled mixtures produced at temperatures of less than 100°C (warm recycled mixtures). In addition to reducing noise, these pavements will not be affected by the durability problems associated with these types of mixtures. The REPARA 2.0 project aims to carry out the first tests in Spain (and amongst the first worldwide) using **mixtures with self-healing capacities**. The project will also study new solutions to achieve **roads that are more resilient to climate change**. One such solution is based on pavements using **asphalt mixtures with a low level of heat retention or a greater degree of solar reflectance**, without affecting the properties required for user safety. These pavements will be particularly geared

towards mitigating the **heat-island** effect associated with global warming in cities.

Within the framework of the REPARA 2.0 project, a test section will be deployed featuring embedded sensors to enable continuous monitoring of variables that might affect surface degradation. In parallel to this, given that electricity and wired communication are not always available, technologies will be developed for new autonomous, wireless sensors. These sensors will implement wireless charging technology and will be capable of transmitting information on the condition of the road surface in real time. This will facilitate identification of the optimal time for undertaking preventive maintenance, which is far less costly than corrective maintenance, thereby facilitating infrastructure management and the achievement of much more durable road surfaces.

Moreover, these test sections will be monitored by means of an innovative, high-performance system to detect fissures and defects.

REPARA 2.0 will also study new dynamic weighting systems capable of calculating the loads carried by heavy vehicles with the necessary precision. Since these vehicles are the main culprits in terms of road surface deterioration, the development of such systems represents a real breakthrough in the control of loads borne by the infrastructure, and they will enable more and better conservation of our roads.

The deployment of sensors in embankments will also be studied, with a view to identifying and preventing deterioration caused by slipping, whilst also preventing road safety issues associated with potential landslides.



Por otro lado, también se estudiará la sensorización de taludes de carreteras para identificar y prevenir su deterioro por deslizamiento, evitando asimismo situaciones de peligro en la seguridad vial motivados por posibles desprendimientos.

Las nuevas tecnologías y materiales serán analizados y **caracterizados desde el punto de vista medioambiental**, realizando los correspondientes análisis de ciclo de vida ACV. Conjuntamente, se realizará el análisis de costes ACCV que proporcionará información comparativa sobre los costes asociados a distintas estrategias de rehabilitación y conservación de carreteras incluyendo las planteadas en el proyecto REPARA 2.0. Además, se elaborará una guía metodológica para el sector que servirá de ayuda en el estudio del comportamiento medioambiental de proyectos de rehabilitación de carreteras.

Se está desarrollando un **software profesional para el estudio del desempeño ambiental de proyectos de rehabilitación de carreteras** mediante el análisis de su ciclo de vida ACV y de costes ACCV.

Para asegurar que las nuevas tecnologías desarrolladas en el proyecto lleguen a mercado lo antes posible, se desarrollará software específico que permita diseñar los nuevos pavimentos del futuro con este tipo de tecnologías siguiendo tanto los modelos de cálculo tradicionales como los basados en los denominados métodos recursivos-incrementales que permiten predecir en el tiempo, de una forma más aproximada, cuáles son los mecanismos de deterioro que sufren los pavimentos. Los modelos de deterioro recursivos incrementales se alimentarán y podrán ajustarse a partir de los datos que suministren los sensores desarrollados en el marco del proyecto que transmitirán los mismos a un centro remoto de recogida de información en los que se aplicarán técnicas de Big Data.

El proyecto Repara 2.0 está formado por un consorcio de siete empresas, 5 grandes empresas y 2 PYMEs. El coordinador del proyecto es Sacyr Construcción quien investigará nuevas mezclas sonoredoras recicladas y fabricadas con tecnología de mezclas templadas, capaces de reducir el ruido que causa el tráfico en las grandes ciudades sin comprometer su durabilidad a largo plazo. También estudiará mezclas recicladas in situ y en frío con emulsión y con altas prestaciones mecánicas y mezclas recicladas en planta fabricadas también en frío pero con ligantes de base betún.

Además de Sacyr, el proyecto cuenta con otras dos constructoras más: Acciona y CHM. La primera, se centrará en el desarrollo de mezclas autoreparantes y mezclas en frío fabricadas con emulsión de prestaciones similares a las calientes y liderará el paquete de trabajo 2 sobre resiliencia frente al cambio climático. Por su parte CHM, colaborará en el paquete de trabajo 1 estudiando las mezclas capaces de mitigar el efecto de isla de calor, y también en el paquete de trabajo 2 desarrollando los sistemas de control avanzado para taludes mediante sistemas de instrumentación y aviso temprano.

La actuación de Repsol dentro del proyecto, es fundamental para el diseño y desarrollo de los ligantes, betunes y emulsiones bituminosas, que serán utilizados por las empresas responsables de la fabricación de las mezclas, contribuyendo de esta forma a la obtención de los objetivos propuestos.

La quinta empresa grande es Fractalia, multinacional española especialista en tecnologías de la información, centrará sus esfuerzos



The new technologies and materials deployed will be analysed and characterised from the environmental perspective, through the implementation of lifecycle assessment (LCA). In parallel, lifecycle cost analysis (LCCA) will be carried out to provide information on the costs associated with different road rehabilitation and maintenance strategies, including the strategies arising from the REPARA 2.0 project. A methodological guide will also be drafted for the sector. This guide will help to study the environmental impact of road rehabilitation projects.

Professional software is being developed to study the environmental performance of road rehabilitation through the implementation of LCA and LCCA.

To ensure that the new technologies developed by the project reach the marketplace as soon as possible, specific software will be developed to facilitate the design of new pavements implementing these technologies in the future. This software will use both traditional calculation models and those based on incremental-recursive methods, which enable more precise forecasting over time of the deterioration mechanisms affecting road surfaces. Incremental-recursive models will be fed by, and can be adjusted in accordance with, the data provided by the sensors developed within the framework of the project. These data will be transmitted to a remote data collection centre, where Big Data techniques will be implemented.

The Repara 2.0 project is being carried out by a consortium made up of 7 companies, 5 large enterprises and 2 SMEs. The project coordinator, Sacyr Construcción, will investigate new low-noise recycled mixtures manufactured with warm mix technologies. These asphalt mixtures will be capable of reducing noise caused by traffic in large cities without compromising long-term durability. Sacyr will also carry out onsite study of cold recycled mixtures produced with emulsion and featuring excellent mechanical properties. Cold recycled mixtures implementing bitumen binders will also be studied onsite.

The project consortium includes a further two construction companies, in addition to Sacyr: Acciona and CHM. Acciona will focus on the development of self-healing mixtures and cold mixtures manufactured with emulsion that have similar characteristics to hot asphalt mixes. The company will lead Work Package 2 on resilience in the face of climate change. CHM will collaborate in Work Package 1 through studies into mixtures capable of mitigating the heat-island effect and also in Work Package 2 by developing advanced control systems for embankments through the implementation of instrumentation and early-warning systems.

Repsol will play a vital role in the design and development of the binders, bitumens and bituminous emulsions to be used by the companies responsible for manufacturing the mixtures, thus making an important contribution to the achievement of the project objectives.

en el desarrollo de sensorica para poder elaborar modelos predictivos con tecnologías BigData para la conservación de las carreteras a partir de datos recogidos de sensorica especializada; liderando el paquete de trabajo 3. Además estudiará nuevos sistemas de pesaje dinámico, que sean capaces de determinar las cargas que transportan los camiones sin que éstos tengan que parar.

Las Pymes del proyecto son CEMOSA y Solid Forest.

Cemosa es otra empresa mediana, especializada en servicios de ingeniería y control de calidad en el ámbito de la construcción, que será líder de un paquete de trabajo 5, cuyo objetivo es desarrollar normativa específica para cada tecnología de rehabilitación y un software para el dimensionamiento de firmes con las nuevas soluciones desarrolladas en REPARA 2.0. Cemosa también desarrollará un nuevo equipo de alto rendimiento que dará información sobre el estado en que se encuentran las mezclas de los tramos de ensayo, mediante la determinación de su porcentaje de huecos.

Finalmente, Solid Forest, pequeña empresa especializada en Análisis de Ciclo de Vida ACV, es líder del paquete de trabajo 4. Será responsable de la evaluación ambiental de los nuevos materiales y desarrollará el software sectorial de ACV.

El proyecto Repara 2.0 además arrastra un gran número de organismos de investigación, los mejores especialistas en cada una de las ramas que requiere el proyecto, y que son los siguientes:

- El CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas)
- Universidad de Málaga (UMA)
- Universidad de Granada (UGR)
- Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM)
- Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)
- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)
- Universidad Politécnica de Madrid (UPM), a nivel particular y a través de dos Fundaciones:
 - Fundación Agustín Betancourt y Fundetel.
 - Centro Tecnológico del Metal de Murcia (CTM)
- Universidad de Alcalá de Henares (UAH)
- Universidad de Cantabria (Unican)
- Fundación CARTIF

El presupuesto del proyecto es de 7.056.545 €. El CDTI, (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial), del MINECO, dentro del programa CIEN 2015 financia el proyecto con una ayuda parcialmente reembolsable.



The fifth large enterprise is Fractalia, a Spanish multinational specialising in information technology. Fractalia will focus on the development of sensor systems to enable the creation of predictive models using Big Data technologies. This will facilitate road maintenance based on data collected by specialised sensors. The company will lead Work Package 3. Fractalia will also study new dynamic weighting systems capable of calculating loads carried without requiring trucks to be stopped.

Cemosa and Solid Forest are the SMEs in the project consortium.

Cemosa is a medium-sized enterprise specialising in engineering and quality control services in the construction sector. This company will lead Work Package 5, the objective of which is to develop specific standards for each rehabilitation technology and software for the sizing of pavements with the new solutions developed within REPARA 2.0. Cemosa will also develop new high-performance equipment to provide information on the conditions of the mixtures in the test section, through the calculation of fissure percentages.

Solid Forest, a small company specialising in Lifecycle Assessment (LCA) will lead Work Package 4. This company will be responsible for the environmental assessment of the new materials and developing LCA software for the sector.

The following research organisations, including leading specialists in each of the project areas, will also participate in the Repara 2.0 project:

- El CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas)
- Universidad de Málaga (UMA)
- Universidad de Granada (UGR)
- Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM)
- Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)
- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)
- Universidad Politécnica de Madrid (UPM), participating in its own right and also through two Foundations:
 - Fundación Agustín Betancourt and Fundetel.
 - Centro Tecnológico del Metal de Murcia (CTM)
- Universidad de Alcalá de Henares (UAH)
- Universidad de Cantabria (Unican)
- Fundación CARTIF

The project has a total budget of €7,056,545. The CDTI (Centre for the Development of Industrial Technology), which belongs to the Spanish Ministry of the Economy, Industry and Competitiveness, is funding the project within the CIEN 2015 programme, through the provision of a partially repayable grant.