

ACG218/6b: Laboratorio de Ingeniería de la Construcción (LabIC.UGR).

- Aprobado en la sesión ordinaria del Consejo de Gobierno de 10 de noviembre de 2023



LABORATORIO SINGULAR EN TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA

Laboratorio de Ingeniería de la Construcción (LabIC.UGR)

Contenido

Resumen	1
1. Introducción	2
2. Singularidad de la investigación	2
3. Nivel Tecnológico	9
4. Hitos científicos	12
5. Proyectos de investigación LabIC.UGR	14
6. Inversión realizada	17
7. Muestra gráfica de las instalaciones	31
8. Plan de actividades y plan de acceso a las instalaciones	36
9. Responsables	37
10. Informe del centro	39

Resumen

Con esta propuesta se pretende dotar a la Universidad de Granada de un nuevo Laboratorio Singular que alberga equipamiento de última generación y proporciona infraestructura y asesoramiento a investigadores tanto de la propia universidad como de fuera de ella.

A diferencia de otros Servicios Generales, este Laboratorio Singular es una infraestructura versátil para la realización de estudios de alta precisión de materiales y tecnologías para infraestructuras del transporte. Se trata, de una instalación singular que reúne en un mismo espacio físico el equipamiento necesario para investigaciones punteras multidisciplinares muy diversas.



1. Introducción

Esta memoria de investigación tiene por objeto la solicitud de reconocimiento del **Laboratorio de Ingeniería de la Construcción (LabIC.UGR)** como laboratorio singular en tecnologías avanzadas de la Universidad de Granada. De acuerdo con lo establecido en el reglamento para el reconocimiento de laboratorios singulares (NCG163/3) aprobado por el Consejo de Gobierno de 18 de diciembre de 2020, consideramos que LabIC.UGR cuenta con una **infraestructura única y singular a nivel nacional e internacional**, desarrollando investigaciones que hacen especial hincapié en tecnologías calificadas por le UE como “futuras y emergentes” (FET), alineadas con el Pacto Verde Europeo y con los retos para la sociedad establecidos en el Plan Estatal de investigación (2021-2023) y que reúne los requisitos necesarios para formar parte de los laboratorios singulares en tecnologías avanzadas de la UGR.

En los siguientes epígrafes se describe la singularidad de las investigaciones de LabIC.UGR, su nivel tecnológico en comparación con otras instalaciones similares en un contexto regional, nacional e internacional, los hitos científicos más relevantes, los proyectos que se desarrollan en sus instalaciones, la inversión realizada en tecnología aportando documentación gráfica, además de un plan de actividades y el informe de la ETSICCP (centro en el que se encuentra ubicado el laboratorio).

2. Singularidad de la investigación

La investigación que se realiza en **LabIC.UGR está enfocada principalmente en el estudio de materiales y tecnologías sostenibles para su empleo en infraestructuras de transporte** (carreteras, ferrocarriles, puertos y aeropuertos). Desde el año 2006, el laboratorio se ha ido dotando de un equipamiento que permite el estudio avanzado de estos materiales y tecnologías a diferentes escalas: a nivel de materiales constituyentes, a nivel de estructuras compuestas por diferentes materiales, a escala reducida y escala 1:1 en laboratorio. Para ello, además de equipos sofisticados que permiten abordar la caracterización y estudio de estos materiales, LabIC.UGR ha desarrollado tecnología propia, entre la que destaca:

- **Equipo de ensayo UGR-FACT** (University of Granada - Fatigue Asphalt Cracking Test). Se trata de un dispositivo de ensayo que permite evaluar la resistencia a fisuración por fatiga y el comportamiento estructural de materiales asfálticos utilizados en la construcción de firmes. En la actualidad, el método se encuentra protegido bajo la patente nº ES 2 482 540 en explotación (bajo el contrato CNT L3216 con la empresa SERVOSIS, y el nombre UGR-FACT® es marca registrada de nuestra universidad) y en el año 2022 fue designado como norma UNE bajo el código UNE 41210:2022 y el título “Métodos de ensayo para mezclas bituminosas. Resistencia estructural y a la fisuración por fatiga con UGR-FACT”.





Figura 1. Detalle del dispositivo de ensayo UGR-FACT.

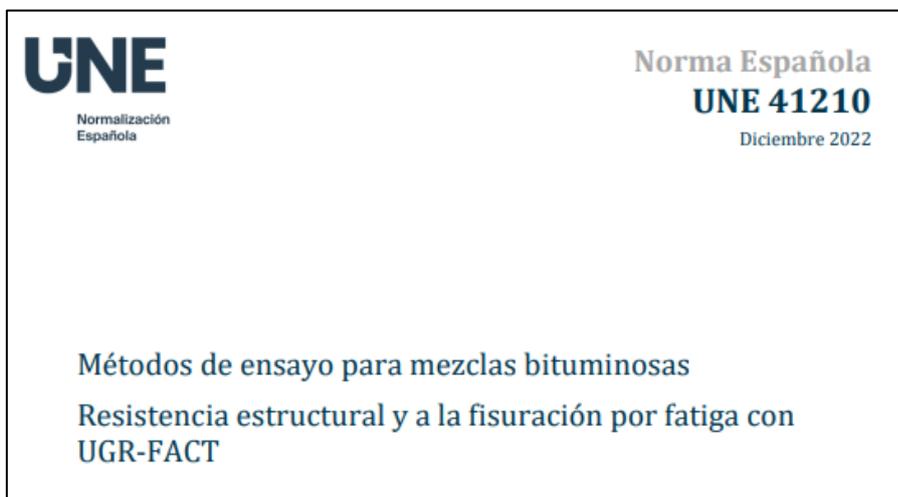


Figura 2. Detalle de la portada de la norma UNE 41210:2022.

- **Marco dinámico para ensayos de laboratorio a escala 1:1.** Dispositivo diseñado por LabIC.UGR para el estudio de soluciones a escala real, que permite simular cargas estáticas y dinámicas y diferentes condiciones de temperatura, humedad, o exposición a radiaciones ultravioleta, reproduciendo las sollicitaciones y condiciones ambientales a las que el material se verá expuesto durante su vida



de servicio. Este marco dinámico permite reproducir tanto secciones de carreteras a escala real, como secciones ferroviarias.



Figura 3. Detalle de ensayo de sección de firme de carretera de 2 m² ensayada en el marco dinámico a escala real.

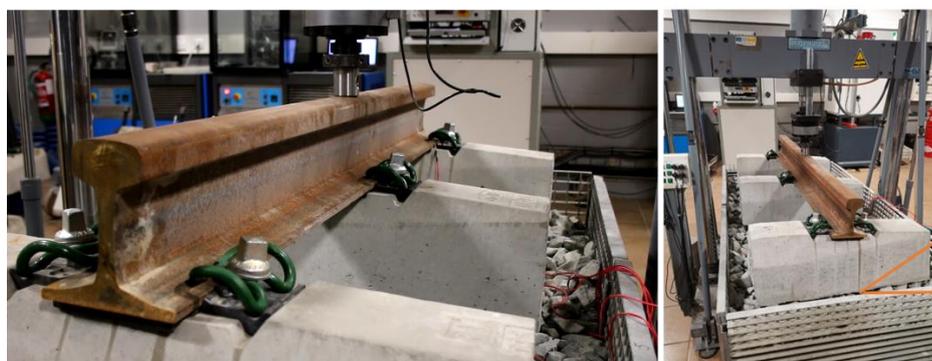


Figura 4. Detalle de ensayo de sección ferroviaria de 2 m² ensayada en el marco dinámico a escala real.

- **Planta de fabricación de betunes modificados y emulsiones.** Planta piloto única en España especialmente diseñada para la fabricación y producción de ligantes bituminosos modificados/aditivados, así como emulsiones de ligante, a escala de laboratorio. Este equipo permite estudiar, diseñar y fabricar formulaciones de materiales asfálticos que posteriormente pueden ser reproducidas en refinerías a escala real.





Figura 5. Detalle de la planta de fabricación de betunes modificados y emulsiones bituminosas.

- **Dispositivo de ensayo UGR-Rail.** Especialmente diseñado para evaluar la respuesta estructural de las capas soporte en infraestructuras ferroviarias (vías de alta velocidad, convencionales, metros, tranvías, etc.), determinando desde su rigidez hasta su tendencia de asiento y capacidad de disipar energía, en función de la composición de las mismas.





Figura 6. Dispositivo de ensayo UGR-Rail.

- **Equipos de ensayos para pavimentos portuarios.** Dada la singularidad de las cargas a las que se encuentran sometidas los pavimentos portuarios (de dimensiones y temporalidades considerablemente superiores a las de sus homólogos en carreteras) y a la falta de ensayos de laboratorio existentes para estudiar y diseñar estos materiales, en 2015-2017 LabI.C.UGR desarrolló una serie de ensayos de laboratorio que son utilizados para suplir estas necesidades: UGR-PASpt (Port Asphalt Punching Static Test) y UGR-PADpt (Port Asphalt Punching Dynamic Test).

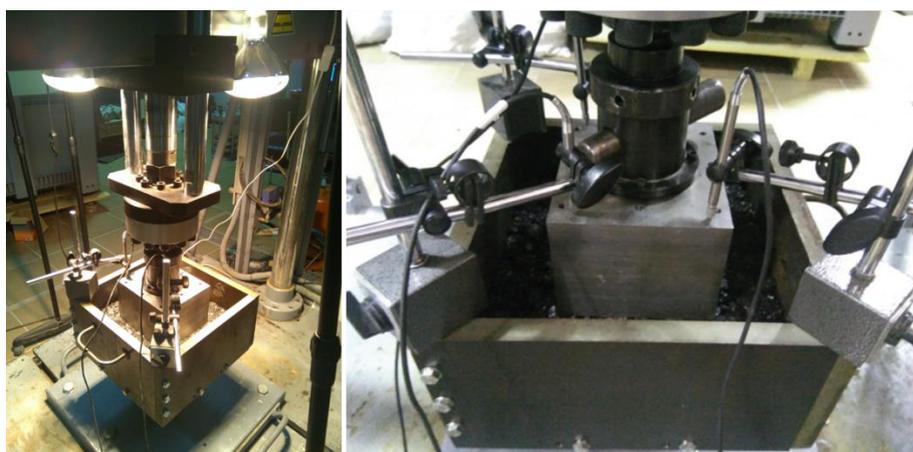


Figura 7. Dispositivo de ensayo UGR-PASpt.





Figura 8. Dispositivo de ensayo PADpt.

- **Dispositivo para ensayos dinámicos de Torsión-Compresión.** Con el objetivo de estudiar los esfuerzos dinámicos combinados (tracciones, compresiones y cortantes) producidos tanto en capas de firmes como las zonas inter-capa en situaciones especiales como áreas de frenada, curvas de pequeño radio, curvas con elevada velocidad o pavimentos de circuitos de carreras, LabIC.UGR diseñó este dispositivo de ensayos dinámico de doble acción único en España.
- **Protocolo “ElaStiLe” para la caracterización de ligantes asfálticos.** Basándose en el estudio reológico de materiales, LabIC.UGR ha desarrollado un protocolo de evaluación de ligantes asfálticos a nivel de laboratorio que permite caracterizarlos en base a sus prestaciones mecánicas ideales bajo condiciones similares a las soportadas durante su vida de servicio en carreteras. Este protocolo es marca registrada de UGR (Elastile®).

Por todo ello LabIC.UGR es un laboratorio único a nivel nacional y muy relevante en un contexto internacional, cuyas capacidades permiten llevar a cabo el estudio global de soluciones para ser implementadas en el ámbito de las infraestructuras de transportes, permitiendo el estudio individual de materiales constituyentes (desde su composición química) y el de la solución final a escala 1:1, simulando sollicitaciones y condiciones ambientales similares a aquellas a las que los materiales se verán expuestos durante su vida de servicio.

Una evidencia de la singularidad del laboratorio, son los encargos recibidos por empresas y organismos públicos del sector (nacionales e internacionales) de manera sostenida en el tiempo para el estudio y desarrollo de soluciones. Son más de 100 los contratos realizados en los últimos 15 años y más de 80 empresas y administraciones públicas nacionales e internacionales, las que hasta la fecha actual han solicitado los servicios de LabIC.UGR.



Otra evidencia de su singularidad son las **creaciones surgidas de LabIC.UGR como los materiales MASAI®**, los cuales a día de hoy se han convertido en un referente internacional en la construcción de carreteras sostenibles y digitalizadas. Estos materiales han permitido que el nombre de la Universidad de Granada y de LabIC.UGR esté presente en numerosas carreteras de toda Andalucía, ya que la junta ha conseguido captar más de 100 millones de euros de fondos REACT EU para la rehabilitación de sus carreteras a partir de estos materiales. Asimismo, la singularidad de las investigaciones desarrolladas en LabIC.UGR le han permitido ser el coordinador de la red internacional CIRCOPAV (Circular and Connected Pavements for Carbon Neutral and Digitalised Roads), financiada por el programa Horizon-MSCA-2021 y compuesta por 8 universidades y 8 empresas de 8 países diferentes (y tres continentes), cuyo objetivo principal es formar a profesionales altamente capacitados para la liderar el cambio hacia la carretera del futuro.



Figura 9. Detalle del cartel de obra de rehabilitación en A-92G con materiales MASAI.





3. Nivel Tecnológico

El Laboratorio de Ingeniería de la Construcción de la Universidad de Granada (LabIC.UGR) es un laboratorio estratégico en Andalucía. Actualmente es el único laboratorio Andaluz con capacidades para la caracterización completa de los materiales constituyentes de mezclas asfálticas tanto por la normativa europea como norteamericana (las dos más utilizadas a nivel mundial), para el diseño y evaluación del comportamiento mecánico de las mismas, para la realización de estudios avanzados de fatiga, y todo ello simulando diferentes escenarios en cuanto a solicitaciones que simulan diferentes cargas de tráfico y condiciones ambientales a las que se verán expuestos los materiales y estructuras durante su vida de servicio. Asimismo, se trata del mayor referente nacional en el estudio de este tipo de materiales y uno de los más reconocidos a nivel mundial.

El dispositivo de ensayo UGR-FACT, patente de la UGR, es un ensayo que permite estudiar una las patologías de mayor impacto en deterioro de firmes como es el fenómeno de fisuración por fatiga. Este ensayo ha sido ampliamente reconocido en un contexto nacional e internacional, habiendo sido galardonado en diferentes ocasiones por organismos nacionales e internacionales de reconocido prestigio (como la European Asphalt Technologist Association, la Plataforma Tecnológica de la Carretera o la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas). Asimismo, ha sido utilizado por numerosas empresas para el desarrollo y mejora de productos que a día de hoy son ampliamente utilizados en las carreteras de todo el mundo.

El marco para ensayos dinámicos de estructuras escala 1:1 es único en todo el territorio nacional, siendo una infraestructura altamente demandada para el ensayo de diferentes soluciones innovadoras como paso previo a su implementación en pilotos en infraestructuras reales (ferrocarriles, carreteras, puertos o aeropuertos). Como ejemplos de proyectos realizados en la misma destacan los realizados para grandes multinacionales de la construcción como ACCIONA, COMSA o EUROVIA.

Del mismo modo, los ensayos especialmente desarrollados para el estudio y diseño de materiales para pavimentos portuarios son una tecnología propia del grupo LabIC.UGR. UGR-PASpt y UGR-PADpt son ensayos específicos, únicos en un contexto nacional e internacional, que permiten el diseño de pavimentos portuarios de larga duración para dar respuesta a las solicitaciones propias de actividades como el tránsito y acopio de contenedores. De entre los proyectos de investigación desarrollados con estos equipos destaca SEAPORT, que permitió a la empresa CEPSA desarrollar una nueva gama de ligantes asfálticos especiales para este tipo de pavimentos.

Otro de los dispositivos de ensayo diseñados por el grupo LabIC es el UGR-Rail. Este dispositivo es el resultado del proyecto de investigación HP-RAIL de la convocatoria

Firma (1): MARÍA DEL CARMEN RUBIO GÁMEZ
En calidad de: Solicitante





RETOS-COLABORACIÓN de 2017 y posteriormente está siendo utilizado en otros proyectos de desarrollo de materiales ferroviarios como los de generación de conocimiento o prueba de concepto ECO-WAVE e Inter-active-pads, del ministerio de ciencia e innovación.

La planta de fabricación de ligantes, es única en Andalucía, de hecho, en España tan solo hay una bastante similar en el centro de investigación de la empresa REPSOL en Madrid. Esta planta ha permitido al grupo dar un salto tecnológico desarrollando ligantes asfálticos de larga duración con el empleo de materiales sostenibles, en donde los bioligantes, biopolímeros, y polímeros reciclados desempeñan un papel fundamental. Este equipo ha hecho posible el desarrollo de investigaciones financiadas por empresas internacionales como DYNASOL o KRATON.

Asimismo, el hecho de disponer de un laboratorio completamente equipado con maquinaria de última tecnología como una prensa dinámica de esfuerzos combinados torsión-axil, un analizador químico de ligantes tipo S.A.R.A, equipos de precisión como los reómetros, gniometro y DMA (Dynamic Mechanical Anlyzer), así como del equipamiento utilizado en la normativa SUPERPAVE de USA (muy utilizada en otras zonas del mundo) como el ensayo TSRST, Hamburgo sumergido, PAV, RTFOT, etc. han convertido a LabIC.UGR en un referente en el estudio de materiales para la construcción de carreteras.

En un contexto nacional, como laboratorios y/o grupos de investigación que permitan llevar a cabo investigaciones similares a las desarrolladas en LabIC.UGR destacan:

- Laboratorio de Caminos de la Universidad Politécnica de Cataluña. Se trata de un laboratorio muy bien equipado que permite el estudio y comportamiento mecánico de mezclas asfálticas para su empleo en carreteras. No obstante, este laboratorio no cuenta ni con equipos de análisis químicos como S.A.R.A., ni con reómetros o DMA, ni con dispositivos de ensayo a escala 1:1, ni tampoco con el equipamiento necesario para el estudio de materiales para infraestructuras ferroviarias.
- El grupo Giteco de la Universidad de Cantabria, cuenta con la colaboración del laboratorio de caminos de esta Universidad para el desarrollo de investigaciones en materiales asfálticos para carreteras. Sin embargo, no disponen de dispositivos de ensayo a escala 1:1, ni tampoco de equipos de fabricación de ligantes asfálticos, ni reómetros, S.A.R.A o DMA (para el estudio a escalas químicas o a nivel de ligantes y morteros). En la Universidad de Cantabria, se encuentra el grupo Ladicim, con un equipamiento muy completo para estudiar materiales a utilizar en la construcción de infraestructuras ferroviarias; cuentan con un número importante de prensas dinámicas pero tampoco disponen de un



marco de ensayos dinámico como el de LabIC.UGR para estudios de secciones completas de vía.

- El laboratorio de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid, al igual que los citados anteriormente, dispone del equipamiento necesario para el estudio de materiales asfálticos, pero no cuenta con equipos para la fabricación y estudio de ligantes, tampoco dispone de equipos para el estudio avanzado del fenómeno de fisuración por fatiga, ni puede llevar a cabo estudios a escala 1:1.
- El laboratorio de Ingeniería de fluidos complejos de la Universidad de Huelva, cuenta con un avanzado equipamiento de reómetros y análisis químicos de ligantes bituminosos, pero no tiene equipos para estudiar el comportamiento mecánico de mezclas bituminosas, ni estructuras de carreteras a mayor escala.
- Por último, tenemos que considerar al CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas), un organismo público de investigación en el ámbito de las obras públicas, adscrito al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. No es un centro universitario, y su dotación presupuestaria y de personal no es comparable a la de ningún laboratorio universitario.

Hay otros grupos de investigación en España, menos relevantes que los anteriormente mencionados y con un equipamiento de menos significativo.

En un contexto internacional, en casi todos los países de la unión europea, también en EEUU y la mayor parte de países desarrollados, se identifican laboratorios ubicados en universidades de reconocido prestigio, dotados del equipamiento y personal necesario para abordar investigaciones relacionadas con materiales asfálticos para su empleo en carreteras y para otras infraestructuras del transporte como las ferroviarias. El mayor elemento diferenciador del Laboratorio de Ingeniería de la Construcción frente a estos laboratorios es el aunar en el mismo grupo de investigación y en las mismas instalaciones equipos que permiten el estudio de materiales no solo para carreteras, sino también para otras infraestructuras como ferrocarriles, puertos o aeropuertos; equipos que permiten estudios a escala individual de los diferentes materiales constituyentes, pero también a escala 1:1, lo que es fundamental en investigación aplicada para obras de ingeniería civil. Además de haber sido capaces de desarrollar tecnología propia para dar respuesta a necesidades y retos relevantes para los que no se disponía de tecnología adecuada, como es el caso del dispositivo UGR-FACT para el estudio del fenómeno de fisuración por fatiga, el dispositivo de torsión o el marco dinámico para ensayos a escala 1:1.

El excelente nivel tecnológico del laboratorio de ingeniería de la construcción nos ha permitido hasta la fecha la captación de recursos económicos procedentes no solo de convocatorias públicas competitivas (proyectos europeos y nacionales) sino también del sector privado con las empresas más relevantes del sector (nacionales e internacionales).



4. Hitos científicos

El laboratorio de ingeniería de la construcción nace con la vocación de dar respuesta a los retos a los que tienen que hacer frente los organismos y empresas responsables de la construcción y explotación de infraestructuras de transportes para convertir estas infraestructuras en infraestructuras modernas y adaptadas a las necesidades de la sociedad del siglo XXI, respetuosas con el medioambiente y resilientes frente al cambio climático.

En este contexto, la estrategia seguida por el grupo para la adquisición de material de laboratorio, desde sus comienzos hasta la etapa actual, ha consistido en adquirir el equipamiento disponible más avanzado para llevar a cabo la caracterización, diseño y estudio del comportamiento mecánico de materiales para su empleo en infraestructuras de transporte y en el desarrollo de tecnología propia para el estudio de fenómenos y patologías relevantes para los que no existían equipos de laboratorio apropiados para llevar a cabo los estudios necesarios. Ha sido una apuesta continuada por la innovación.

Entre los hitos científicos más relevantes destacan:

- a) Desarrollo de equipamiento de laboratorio y tecnologías para la construcción de infraestructuras del transporte:
- Desarrollo del dispositivo de ensayo UGR-FACT.
 - Desarrollo del marco dinámico para ensayos a escala 1:1.
 - Desarrollo de equipo dinámico de torsión-compresión.
 - Desarrollo de la planta de fabricación de ligantes asfálticos.
 - Desarrollo de protocolo ElaStiLe®.
 - Desarrollo de sensores para la monitorización del comportamiento mecánico de materiales a tiempo real.



Figura 10. Detalle de sensores desarrollados por LabIC.UGR utilizados en la monitorización del tráfico en la carretera A-308.



b) Desarrollo de nuevos materiales disruptivos:

- Sin duda uno de los mayores logros del grupo han sido los materiales **MASAI® (materiales asfálticos sostenibles, automatizados e inteligentes)** que aúnan en un único material tecnologías de reducción de temperatura en la fabricación de mezclas asfálticas, materiales de altas prestaciones, y que permiten la valorización de residuos como el polvo de neumático al final de su vida útil, o plásticos reciclados, además de la incorporación de material procedente del fresado de pavimentos deteriorados. La componente tecnología de los materiales MASAI junto con su contribución a la economía circular, han hecho que las empresas del sector y la Consejería de Fomento y Articulación del Territorio de la Junta de Andalucía hayan apostado por su utilización en los proyectos de carreteras Andaluzas. Esto ha sido posible mediante los contratos llevados a cabo con empresas fabricantes de mezclas asfálticas para la modernización y adaptación de sus instalaciones como por el contrato con la Consejería de Fomento para su inclusión en las carreteras Andaluzas (este último proyecto, actualmente en ejecución, cuenta con un presupuesto de más de 1 millón de euros). Los materiales MASAI® han tenido un gran impacto en la sociedad, habiendo recibido importantes reconocimientos como el premio MPA de ASEFMA y siendo citados con frecuencia en los medios de comunicación, con una gran contribución a la divulgación de la marca UGR. Actualmente otras regiones y países han mostrado interés y están empezando a implementar MASAI en sus carreteras.
- **Los MAM (Materiales Asfálticos Mechanomutables, patente registrada de la UGR) son una nueva generación de materiales asfálticos que marcará un hito en la construcción de carreteras inteligentes.** Este tipo de materiales integran tecnologías que permiten implementar automatismos que mejoren la seguridad vial y el mantenimiento de carreteras o den asistencia al guiado del vehículo autónomo. En 2022 estos materiales recibieron el Premio Internacional a la Innovación en Carreteras “Juan Antonio Fernández del Campo”, otorgado por la Asociación Española de la Carretera.

- c) La internacionalización del grupo LabIC.UGR. El disponer de un equipamiento avanzado ha permitido al grupo realizar investigaciones muy punteras, algunas de ellas en colaboración con centros de investigación y organizaciones internacionales de reconocido prestigio. Actualmente el grupo está presente en las asociaciones y grupos de trabajo nacionales e internacionales más relevantes, liderando diversas comisiones y grupos de trabajo, así como perteneciendo a las



juntas directivas. Entre ellas destaca: EATA (European Asphalt Technology Association), ISAP (International Society for Asphalt Pavement), y RILEM (International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures). El grupo ha organizado en Granada varias conferencias científicas internacionales con más de 300 participantes de multitud de países como 8th EATA Conference en 2019 y ISPACAD2023. Además, es destacable el número de investigadores internacionales y profesores visitantes que desarrollan su actividad o han sido formados en LabIC.UGR

El reconocimiento como laboratorio singular permitirá al grupo mantener su posición actual, ya que es muy costoso hacer frente al mantenimiento de todo el equipamiento del laboratorio tan solo con la financiación procedente de proyectos y contratos de investigación. Por otra parte, supone un impulso para continuar desarrollando tecnología e innovando, y para seguir incorporando las tecnologías más avanzadas e innovadoras.

5. Proyectos de investigación LabIC.UGR

La mayor parte de los proyectos de investigación que se desarrollan en las instalaciones del laboratorio de ingeniería de la construcción son los proyectos y contratos del grupo LabIC.UGR. **Actualmente, en 2023, se está trabajando en los siguientes proyectos y contratos, lo que supone una gestión presupuestaria de más de 2 millones de euros en proyectos y de casi 1,5 millones de euros en contratos de investigación.** Asimismo, es interesante destacar que durante sus casi 15 años de existencia, LabIC.UGR ha gestionado un presupuesto de investigación superior a los 10 millones de euros en proyectos de convocatoria pública (europeos como las ITN, ETN o iAthenea, y nacionales como los RETOS-COLABORACIÓN, INNPACTO, etc.) y contratos de investigación.

a) Proyectos de Investigación en ejecución:

- Proyecto Europeo **CIRCOPAV**: "Circular and Connected Pavements for Carbon-Neutral and Digitalised Roads (CIRCOPAV)". Convocatoria Horizon-MSCA-2021-DN, Horizonte Europa. Entidades participantes: Universidad de Granada, Eiffage, Universidad de Lyon, Universidad de Parma, Universidad de Braunschweig Universidad de Stellenboch. Importe: 2.281.476,88 €. IP: M^a Carmen Rubio Gámez
- Proyecto: Desarrollo de sub-balasto sostenible y anti-vibración para el ferrocarril (**ECO-WAVE**). PID2022-142915OB-I00. Convocatoria: Proyectos de Generación de Conocimiento 2022, Ministerio de Ciencia e Innovación. IP: Miguel del Sol-Sánchez. Importe: 133.700 €.





- Proyecto **InterActivePads**-Prueba de Placas Inteligentes para la Monitorización de la Interacción Vehículo-Vía. PDC2022-133966-I00. Convocatoria “Prueba de Concepto” Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2021-2023. Ministerio de Ciencia e Innovación. Periodo 2022-2024. IP: Miguel del Sol-Sánchez. Importe: 138.000 €

b) Contratos de Investigación y Transferencia en ejecución:

- Estudio de la implementación de mezclas asfálticas sostenibles en la red de carreteras autonómica de Andalucía (MASAI). Financiado por la Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía. Entidades participantes: Universidad de Granada, Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía. Periodo:2022-2024. IPs: M^a Carmen Rubio Gámez; Fernando Moreno Navarro. Importe: 1.081.685,40 €
- Estudio del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas sostenibles fabricadas a baja temperatura y con materiales reutilizados (C-4859). Financiado por MEBISA. Entidades participantes: Universidad de Granada, MEBI. Periodo: 2021-2023. IPs: M^a Carmen Rubio Gámez; Fernando Moreno Navarro. Importe: 27.567,83 €
- Evaluación comportamiento mecánico de mezclas bituminosas sostenibles fabricadas a través de la incorporación de aditivos reciclados compuestos por mezcla de polietileno y polipropileno, fibras textiles y otras cargas (C-5187). Financiado por ATARFIL y CONSTRUCCIONES PÉREZ JIMÉNEZ. Entidades participantes: Universidad de Granada, Atarfil y Construcciones Pérez Jimenez. Periodo: 2022-2023. IPs: M^a Carmen Rubio Gámez; Fernando Moreno Navarro. Importe: 28.636,67 €
- Estudio de mezclas asfálticas sostenibles para pavimentos de carretera (C-5267). Financiado por JICAR. Entidades participantes: Universidad de Granada, Jicar. Periodo: 2022-2024. IPs: M^a Carmen Rubio Gámez; Fernando Moreno Navarro. Importe: 29.113,94 €
- Estudio del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas fabricadas con betunes altamente modificados con polímeros (C-5268). Financiado por DYNASOL. Entidades participantes: Universidad de Granada y Dynasol. Periodo 2022-2023. IPs: M^a Carmen Rubio Gámez; Fernando Moreno Navarro. Importe: 78.219,78 €
- Estudio del comportamiento mecánico de firmes asfálticos sostenibles, inteligentes y de altas prestaciones (C-5320). Financiado por PROBISA. Entidades participantes: Universidad de Granada y Probisa. Periodo 2022-2023. IPs: M^a Carmen Rubio Gámez; Fernando Moreno Navarro. Importe: 49.280,61 €
- Soluciones de pavimentación ecológicamente sostenibles. Ecoasfaltos2 (C-5454). Financiado por CEPESA; Cepsa Comercial Petróleo, S.A. (CCP). Entidades participantes: Universidad de Granada, Cepsa y CCP. Periodo 2022-2024. IPs: M^a Carmen Rubio Gámez; Fernando Moreno Navarro. Importe: 51.728,26 €





- Estudio avanzado de mezclas bituminosas con material reutilizado de firmes de carreteras deteriorados (C-5423). Financiado por CEPSA. Entidades participantes: Universidad de Granada, Cepsa. Periodo 2022-2023. IPs: M^a Carmen Rubio Gámez; Fernando Moreno Navarro. Importe: 11.452,65 €
- Estudio para aplicación de mezclas asfálticas sostenibles en la Carretera A-92. D.T. de Fomento, Infraestructuras, Ordenación del territorio, Cultura y Patrimonio Histórico de Sevilla, Junta de Andalucía (C-5491). Financiado por la Junta de Andalucía. Periodo 2022-2023. IPs: M^a Carmen Rubio Gámez; Fernando Moreno Navarro. Importe: 17.887,13 €
- Estudio avanzado de mezclas bituminosas fabricadas con betunes Cepsafalt BT (C-5601). Financiado por CEPSA. Entidades participantes: Universidad de Granada, Cepsa. Periodo 2022-2023. IPs: M^a Carmen Rubio Gámez; Fernando Moreno Navarro. Importe: 13.955,33 €
- Estudio del comportamiento mecánico de mezclas MASAI (II) (C-5642). Financiado por Construcciones Pérez Jiménez; Hidráulica y Viales S.A. Entidades participantes: Universidad de Granada, Construcciones Pérez Jiménez, Hidráulica y Viales S.A.. Periodo 2022-2023. IPs: M^a Carmen Rubio Gámez; Fernando Moreno Navarro. Importe: 20.283,18 €
- Estudio del comportamiento mecánico de m. asfálticas sostenibles fabricadas a baja temperatura y con polvo de caucho (C-5656). Financiado por MEBISA. Entidades participantes: Universidad de Granada, MEBISA. Periodo: 2022-2024. IPs: M^a Carmen Rubio Gámez; Fernando Moreno Navarro. Importe: 67.185,85 €
- Estudio de viabilidad de empleo de RAP como capa granular en obras lineales (C-5762). Financiado por GUAMAR. Entidades participantes: Universidad de Granada, GUAMAR. Periodo 2023-2024. IPs.: Fernando Moreno-Navarro, Miguel del Sol-Sánchez. Importe: 22.855,56 €
- Estudio avanzado de capas portantes a partir de RAP, para su uso en infraestructuras lineales (C-5763). Financiado por GUAMAR. Entidades participantes: Universidad de Granada, GUAMAR. Periodo 2023-2024. IPs.: Fernando Moreno-Navarro, Miguel del Sol-Sánchez. Importe: 22.183,33 €
- Estudio de mezclas asfálticas sostenibles tipo Masai (I) con RARx y aditivo BioRoad (C-5770). Financiado por SacyrGreen. Entidades participantes: Universidad de Granada, SacyrGreen. Periodo: 2023. IPs: M^a Carmen Rubio Gámez; Fernando Moreno Navarro. Importe: 23.038,40 €
- Estudio avanzado de mezclas bituminosas fabricadas con betunes BT con PNFVU (C-6004). Financiado por CEPSA. Entidades participantes: Universidad de Granada, CEPSA. Periodo: 2023-2024. IPs: M^a Carmen Rubio Gámez; Fernando Moreno Navarro. Importe: 41.866,00 €



6. Inversión realizada

El siguiente listado recoge el equipamiento más relevante del laboratorio de ingeniería de la construcción, cuya inversión total hasta la fecha actual está valorada en algo más de 2 millones de euros. Entre los equipos de ensayo más interesantes a destacar se encuentran:

MÁQUINA PARA ENSAYOS DINÁMICOS CON CARGAS CÍCLICAS DE COMPRESIÓN-TORSIÓN DE MATERIALES ASFÁLTICOS CON TEMPERATURA CONTROLADA (Incluye: La máquina completa con células de carga, cámara climática, extensómetro para medida de deformaciones axiales con aros de fijación a probeta y palpadores tipo LVDT (en muestras de 100 y 50 mm de diámetro), hardware y software. Importe: 175.500 € (sin IVA).



Figura 11. Detalle de la prensa de cargas cíclicas torsión-compresión.

MARCO DE ENSAYOS DINÁMICOS PARA EL ESTUDIO DE MATERIALES Y SECCIONES DE ESTRUCTURAS, Escala 1:1. (Incluye: célula de carga, adaptadores, cajón de ensayo en tres tamaños, paneles de metacrilato, sistema de climatización (humedad, radiación ultravioleta, temperatura), palpadores tipo LVDT, hardware y software. Importe: 265.300 € (sin IVA).



PRENSA DINÁMICA MULTIENSAYOS 130 kN. (Incluye: célula de carga, adaptadores, mordazas, palpadores tipo LVDT, hardware y software. Importe: 197.389 € (sin IVA).



Figura 12. Detalle de la prensa dinámica multi-ensayos 130 kN.

EQUIPO DE ENSAYO UGR-FACT. Dispositivo para ensayo a fisuración por fatiga de materiales asfálticos. (Incluye: grupo neumático independiente, célula de carga, adaptadores, cámara climática, mordazas, palpadores tipo LVDT, hardware y software. Importe: 97.630 € (sin IVA).

PRENSA DINÁMICA MULTIENSAYOS 50 kN. (Incluye: célula de carga, adaptadores, cámara climática, mordazas, palpadores tipo LVDT, hardware y software. Importe: 105.000 € (sin IVA).





Figura 13. Detalle de la prensa dinámica multi-ensayos 50 kN.

PRENSA MULTIENSAYOS 1000 kN. (Incluye: célula de carga, adaptadores, mordazas, palpadores tipo LVDT, hardware y software. Importe: 200.000 € (sin IVA).





Figura 14. Prensa multi-ensayos 1000 kN.

MÁQUINA DINÁMICA PARA ENSAYO DE MATERIALES FERROVIARIOS. (Incluye: célula de carga, adaptadores, muelles, cámara climática, mordazas, palpadores tipo LVDT, hardware y software. Importe: 87.570 € (sin IVA).



EQUIPO DE ENSAYO DE FATIGA A 4 PUNTOS. Dispositivo para ensayo por fatiga de materiales asfálticos mediante esfuerzos de flexotracción de probetas apoyadas en 4 puntos. (Incluye: grupo neumático independiente, célula de carga, adaptadores, cámara climática, mordazas, palpadores tipo LVDT, hardware y software. Importe: 52.000 € (sin IVA).



Figura 15. Equipo fatiga a 4 puntos.

EQUIPO DE ENSAYO TRIAXIAL DINÁMICO SECO/SUMERGIDO. (Incluye: grupo neumático independiente, célula de carga, adaptadores, sistema de calefacción, mordazas, palpadores tipo LVDT y sumergibles, hardware y software.) Importe: 58.000 € (sin IVA).





Figura 16. Equipo triaxial dinámico sumergido.

EQUIPO DE ENSAYO DE MATERIALES PARA ESTUDIO DE FATIGA POR RETRACCIÓN TÉRMICA (T.S.R.S.T). (Incluye: Cámara climática, célula de carga, mordazas, palpadores tipo LVDT, hardware y software) Importe: 120.780 € (SIN IVA)



Figura 17. Equipo TSRST.

Firma (1): **MARÍA DEL CARMEN RUBIO GÁMEZ**
En calidad de: **Solicitante**



Gran Vía nº 48, 2ª planta. 18071 GRANADA
T.: +34 958 24 30 08. F.: +34 958 24 43 12. E.: investigacion@ugr.es
<http://investigacion.ugr.es/>

Este documento firmado digitalmente puede verificarse en <https://sede.ugr.es/verifirma/>
Código seguro de verificación (CSV): **D46521CBD8BF565E63C95F964D9EF594**

01/10/2023 - 18:52

Pág. 22 de 39

PLANTA PARA LA FABRICACIÓN DE BETUNES MODIFICADOS Y EMULSIONES BITUMINOSAS. (Incluye: Tres digestores, tres agitadores, un molino de alta cizalla, sistema de calefacción, recirculación y vaciado, sistema de dosificación, control digital)
Importe: 85.000 € (SIN IVA)



Figura 18. Planta de fabricación de betunes modificados y emulsiones.

REÓMETRO DE CORTE DIRECTO DSR. (Incluye: sistema de refrigeración y calefacción, así como diferentes accesorios de ensayo) Importe: 95.000 € (SIN IVA)





Figura 19. Reómetro de corte dinámico DSR.

REÓMETRO DE VIGA EN FLEXIÓN BBR. (Incluye: sistema de refrigeración) Importe: 55.000 € (SIN IVA)

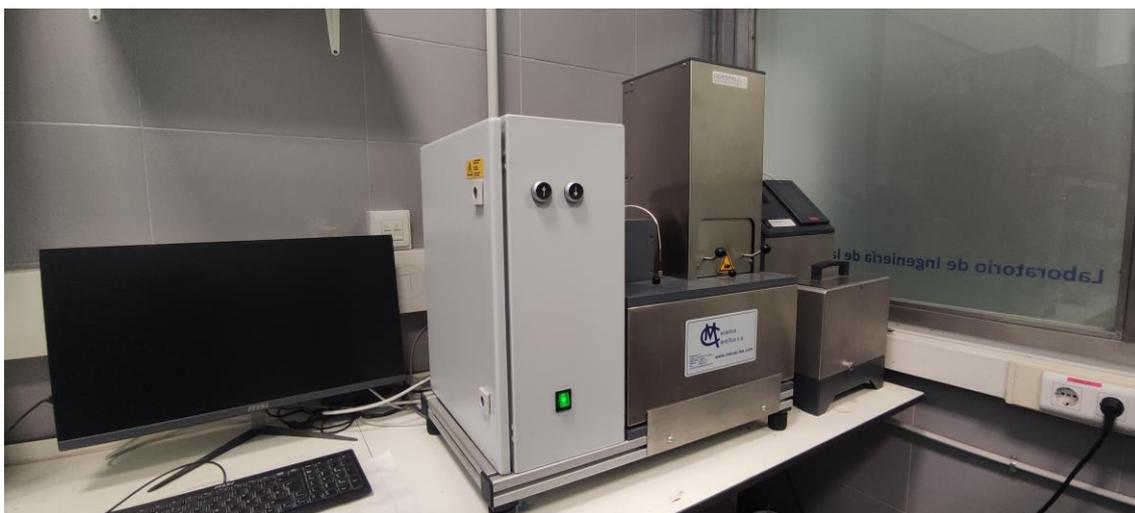


Figura 20. Reómetro de flexión en viga BBR.

Firma (1): **MARÍA DEL CARMEN RUBIO GÁMEZ**
En calidad de: **Solicitante**

Gran Vía nº 48, 2ª planta. 18071 GRANADA
T.: +34 958 24 30 08. F.: +34 958 24 43 12. E.: investigacion@ugr.es
<http://investigacion.ugr.es/>



Este documento firmado digitalmente puede verificarse en <https://sede.ugr.es/verifirma/>
Código seguro de verificación (CSV): **D46521CBD8BF565E63C95F964D9EF594**

01/10/2023 - 18:52
Pág. 24 de 39

DYNAMIC MECHANICAL ANALYZER / REÓMETRO. (Incluye: sistema de refrigeración y calefacción, y diferentes dispositivos para su empleo como DMA o DSR) Importe: 145.000 € (SIN IVA)



Figura 21. DMA – Reómetro.

WHEEL TRACKING MACHINE WET. (Incluye: sistema de circulación y recuperación de agua y de calefacción). Importe: 45.000 € (SIN IVA)



Figura 22. Wheel tracking machine wet.



WHEEL TRACKING MACHINE DRY. (Incluye: cámara de acondicionamiento térmico)
Importe: 27.000 € (SIN IVA)



Figura 23. Wheel tracking machine dry.

CENTRAL DE ESPUMACIÓN DE BETÓN. (Incluye: sistema de inyección de betón en amasadora). Importe: 41.000 € (SIN IVA)





Figura 24. Central de espumación de betún.

EQUIPO PARA ANÁLISIS QUÍMICO DE LIGANTES (S.A.R.A.). 70.500 € (sin IVA).

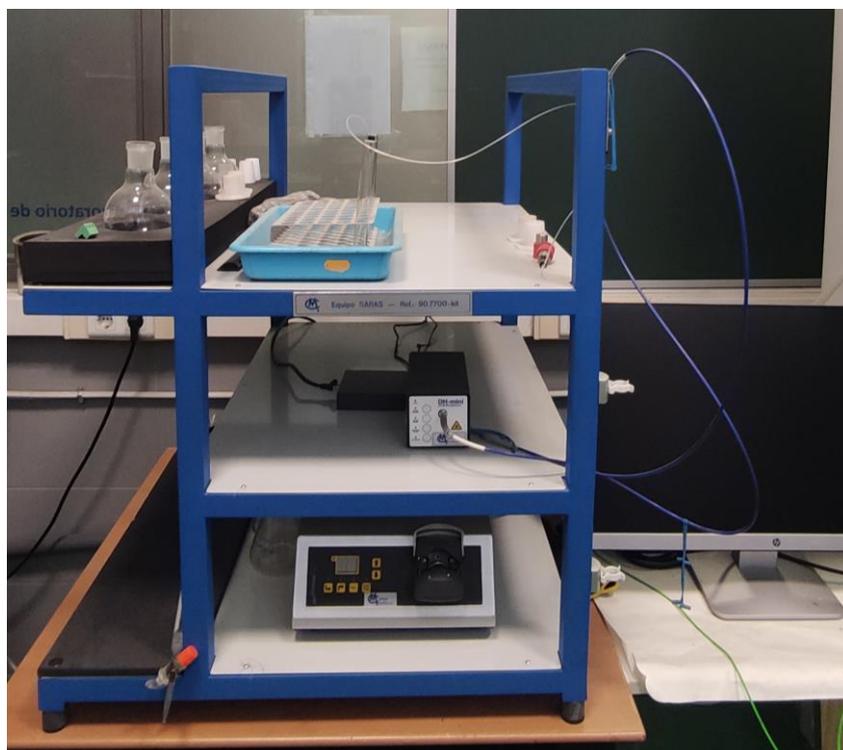


Figura 25. Analizador de composición química S.A.R.A.



COMPACTADOR DE SEGMENTO DE RODILLO. 75.000 € (sin IVA).



Figura 26. Compactador de segmento de rodillo.

Firma (1): MARÍA DEL CARMEN RUBIO GÁMEZ
En calidad de: Solicitante

Gran Vía nº 48, 2ª planta. 18071 GRANADA
T.: +34 958 24 30 08. F.: +34 958 24 43 12. E.: investigacion@ugr.es
<http://investigacion.ugr.es/>



Este documento firmado digitalmente puede verificarse en <https://sede.ugr.es/verifirma/>
Código seguro de verificación (CSV): D46521CBD8BF565E63C95F964D9EF594

01/10/2023 - 18:52

Pág. 28 de 39

COMPACTADOR GIRATORIO. 46.000 € (sin IVA).



Figura 27. Compactador giratorio.

EQUIPOS DE SIMULACIÓN DE ENVEJECIMIENTO DE MATERIALES ASFÁLTICOS. (Incluye: SATS, RTFOT y PAV). 28.700 € (sin IVA).





Figura 28. Equipo de envejecimiento SATS.

CÁMARAS DE TERMOGRAFÍA DE INFRARROJOS Y ALTA VELOCIDAD. 57.000 € (sin IVA).

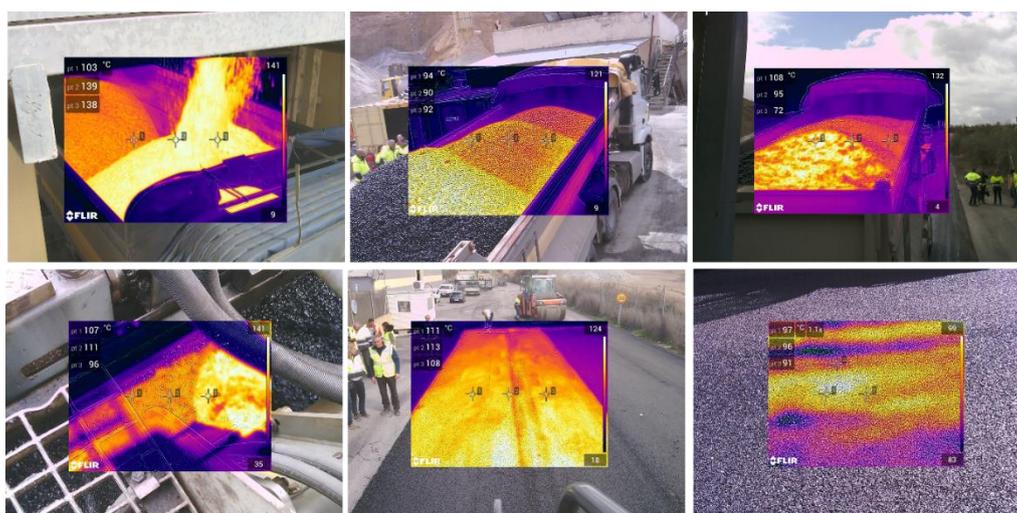


Figura 29. Detalle imágenes cámara termográfica.

Firma (1): **MARÍA DEL CARMEN RUBIO GÁMEZ**
En calidad de: **Solicitante**

Gran Vía nº 48, 2ª planta. 18071 GRANADA

T.: +34 958 24 30 08. F.: +34 958 24 43 12. E.: investigacion@ugr.es

<http://investigacion.ugr.es/>



Este documento firmado digitalmente puede verificarse en <https://sede.ugr.es/verifirma/>

Código seguro de verificación (CSV): **D46521CBD8BF565E63C95F964D9EF594**

01/10/2023 - 18:52

Pág. 30 de 39

HORNOS Y ESTUFAS DE LABORATORIO. (Incluye: estufas de aire forzado para el acondicionamiento de muestras, hornos muflas, hornos de ignición). 67.100 € (sin IVA).

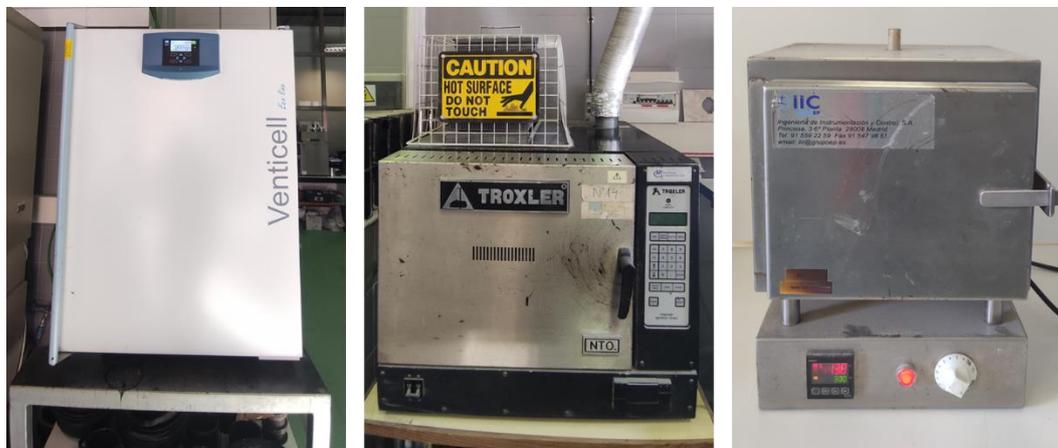


Figura 30. Estufas y hornos de laboratorio.

7. Muestra gráfica de las instalaciones

A continuación, se aportan imágenes del laboratorio de ingeniería de la construcción con el equipamiento más relevante.

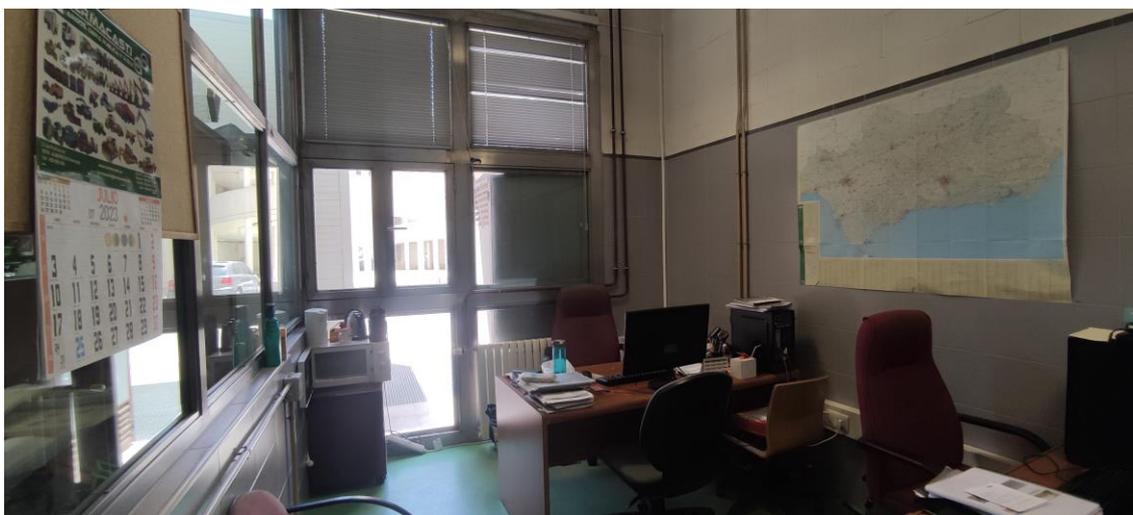


Figura 31. Despachos laboratorio.





Figura 32. Sala de fabricación de mezclas bituminosas y betunes modificados/emulsiones.



Figura 33. Sala de compactación y ensayos de Wheel tracking machines.





Figura 34. Sala de preparación y acondicionamientos de materiales y muestras.



Figura 35. Vista general de ensayos de envejecimiento.





Figura 36. Sala de análisis químicos y ensayos reológicos y de precisión.



Figura 37. Vista general de sala de grandes prensas dinámicas (I).





Figura 38. Vista general de sala de grandes prensas dinámicas (II).



Figura 39. Vista general de sala de grandes prensas dinámicas (III).





Figura 40. Sala de investigadores, electrónica e impresión 3D.

8. Plan de actividades y plan de acceso a las instalaciones

El equipamiento de laboratorio se ubica en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería de la Construcción de la planta -2 y planta -3 de la E.T.S.I.C.C.P, en el Campus de Fuentenueva. Tienen acceso al uso de este equipamiento los profesores del área de conocimiento de ingeniería de la construcción cuyas líneas de investigación requieren del uso del mismo, personal contratado con cargo a proyectos/contratos de investigación adecuadamente formado siendo su trabajo supervisado, alumnos realizando trabajos de fin de master y tesis doctorales bajo supervisión. Si otros investigadores de la UGR, por necesidades de investigación, solicitan el uso de estos equipos, su autorización está siempre condicionada a la disponibilidad de los mismos y a la acreditación del conocimiento de su funcionamiento.

Como actividades a realizar en el Laboratorio de Ingeniería de la Construcción, además del uso de su equipamiento en el desarrollo de los proyectos y contratos de investigación de LabIC.UGR, se realizan visitas guiadas a las instalaciones para empresas y organismos públicos nacionales e internacionales con objeto de dar a conocer nuestro potencial investigador. También se llevan a cabo actividades formativas para el uso del equipamiento para personal de UGR y también externo. Además, todos los años mostramos nuestras instalaciones y trabajos de investigación a alumnos de colegios, bachillerato y de otras universidades.



9. Responsables

Los profesores responsables del laboratorio singular serían M^a Carmen Rubio Gámez y Fernando Moreno Navarro, del área de ingeniería de la construcción de la Universidad de Granada.

Prof. M^a Carmen Rubio Gámez

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Catedrática de Universidad – Área de Ingeniería de la Construcción. Universidad de Granada. Actualmente dirige el grupo de investigación LabIC.UGR (TEP-001). Cuenta con 3 sexenios de investigación y un sexenio de transferencia, siendo su índice h de 41 en Google scholar, con más de 6000 citas y una media de 1000 citas anuales y el índice h de 32 en Scopus, con más de 3200 citas.

Desde 1997 imparte docencia en el Área de Ingeniería de la Construcción; en las titulaciones de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, Grado en Ingeniería Civil y Master en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Granada.

Su actividad investigadora está enfocada en el estudio de materiales y tecnologías de construcción para su empleo en infraestructuras de transporte, destacando los trabajos desarrollados para el diseño de pavimentos de larga duración, así como el estudio de materiales y tecnologías para carreteras sostenibles que contempla la inclusión de residuos (silestone, polvo de neumático fuera de uso, RAP...), disminución de emisiones atmosféricas y mejoras en la seguridad y salud de los trabajadores (MASAI). Otra de sus líneas de investigación está relacionada con la gestión de la prevención de riesgos laborales en la construcción.

En relación con estas líneas de investigación, ha dirigido numerosos proyectos y contratos de investigación en el ámbito nacional e internacional, en colaboración con diversos organismos públicos, instituciones y empresas privadas del sector, siendo responsable de la gestión de un presupuesto de investigación superior a 12 millones de €. Como resultado de los trabajos de investigación, destacan la dirección de 14 tesis doctorales y más de 200 publicaciones indexadas en revistas JCR, y ponencias en congresos.

Participa activamente en diversos comités científicos y agencias de evaluación, destacando: RILEM (International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures), EATA (European Asphalt Technology Association), ISAP (International Society of Asphalt Pavements), ANECA, ANEP, FONDECYT, o “The Future Roads Fellowships” EU MSCA COFUND de la Universidad de Cambridge entre otros.





Como reconocimiento a su trayectoria investigadora, sus trabajos más reconocidos y premiados destacan: El Premio del Consejo Social de la UGR de 2022 al grupo de investigación LabIC.UGR, el Premio Internacional a la Innovación en Carreteras Juan Antonio Fernández del Campo en su IX edición (2022) por los materiales asfálticos mecanomutables, o la Medalla de Honor de la Carretera (2022) otorgada por la Asociación Española de la Carretera.

Prof. Fernando Moreno Navarro

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Profesor Titular de Universidad – Área de Ingeniería de la Construcción. Universidad de Granada. Cuenta con 2 sexenios de investigación y un sexenio de transferencia, siendo su índice h de 35 en Google scholar (con más de 4500 citas y una media de 700 citas anuales) y de 31 en Scopus (con más de 3300 citas y una media de 550 citas anuales).

Vinculado a la Universidad de Granada como investigador con cargo a proyecto desde finales de 2008, en la actualidad, el profesor Moreno Navarro es Profesor Titular de Universidad en el Área de Ingeniería de la Construcción, en la que imparte docencia de las asignaturas Ciencia y Tecnología de los Materiales, Procedimientos de Construcción y Técnicas Avanzadas de Construcción, en las titulaciones de Grado en Ingeniería Civil y Master en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Granada.

A nivel de investigación, y a pesar de su juventud, el profesor Moreno Navarro es uno de los mayores referentes a nivel nacional e internacional en el campo de los materiales y tecnologías de construcción para infraestructuras del transporte (especialmente en el campo de la ingeniería de carreteras). Prueba de ello son los prestigiosos premios recibidos a la trayectoria investigadora como el premio “Juan López de Peñalver” de la Real Academia de Ingeniería en 2022, la medalla “Robert L’Hermite” de RILEM en 2018, o los premios del consejo social de la Universidad de Granada a la trayectoria de jóvenes investigadores en 2017 y de transferencia del plan propio UGR en 2023. Asimismo, sus trabajos de investigación han recibido numerosos reconocimientos a nivel nacional e internacional por diferentes asociaciones del sector de la ingeniería de carreteras, entre los que destaca el Premio Internacional a la Innovación en Ingeniería de Carreteras “Juan Antonio Fernández del Campo” de la Asociación Española de la Carretera en 2022, el premio MPA de la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas en 2021 o los premios a la innovación de la Asociación Ibero-Latinoamericana del Asfalto en 2015 y de la Plataforma Tecnológica de la Carretera en 2013.

Durante su trayectoria investigadora, destaca su elevada transferencia de conocimiento al sector industrial habiendo dirigido numerosos proyectos y contratos (con un presupuesto de investigación superior a los 5 millones €) en colaboración con más de 70 organismos públicos, instituciones y empresas privadas del sector a nivel nacional e internacional. Además, destaca la dirección de 7 tesis doctorales y la participación como

Firma (1): MARÍA DEL CARMEN RUBIO GÁMEZ
En calidad de: Solicitante





autor en más de 150 publicaciones indexadas en revistas JCR, y ponencias invitadas en congresos. El profesor Moreno Navarro es también un miembro activo en comités científicos y asociaciones del sector como RILEM o EATA, y un referente en el desarrollo de nuevos productos asfálticos y poliméricos para grandes multinacionales del sector como ACCIONA, CEPESA, DYNASOL, FERROVIAL o KRATON.

10. Informe del centro

Se adjunta una carta de apoyo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, centro en el que se encuentra ubicado el Laboratorio de Ingeniería de la Construcción.

Carta de Apoyo de la E.T.S.I.C.C.P a la candidatura del Laboratorio de Ingeniería de la Construcción para su reconocimiento como LABORATORIO SINGULAR de la Universidad de Granada según normativa "NCG163/3: Reglamento para el Reconocimiento de Laboratorios Singulares".

Dª Mónica López Alonso, directora de la ETSICCP de la Universidad de Granada, manifiesta su apoyo a la solicitud del "Laboratorio de Ingeniería de la Construcción" (LabiC.UGR), para su reconocimiento como "Laboratorio Singular" de la Universidad de Granada. LabiC.UGR cuenta con una infraestructura única y singular a nivel nacional e internacional, desarrollando investigaciones que hacen especial hincapié en tecnologías calificadas por le UE como "futuras y emergentes" (FET), alineadas con el Pacto Verde Europeo y con los retos para la sociedad establecidos en el Plan Estatal de investigación y que reúne los requisitos necesarios para formar parte de los laboratorios singulares en tecnologías avanzadas de la UGR de acuerdo con lo establecido en el reglamento para el reconocimiento de laboratorios singulares (NCG163/3) aprobado por el Consejo de Gobierno de 18 de diciembre de 2020.

LabiC.UGR es un laboratorio único a nivel nacional y muy relevante en un contexto internacional, cuyas capacidades permiten llevar acabo el estudio global de soluciones para ser implementadas en el ámbito de las infraestructuras de transportes, permitiendo el estudio individual de materiales constituyentes y el de la solución final a escala 1:1, simulando sollicitaciones y condiciones ambientales similares a aquellas a las que los materiales se verán expuestos durante su vida de servicio.

Es un laboratorio muy activo, con numerosos encargos recibidos por empresas y organismos públicos del sector (nacionales e internacionales) de manera sostenida en el tiempo para el estudio y desarrollo de soluciones para su implementación en infraestructuras de transporte principalmente.

Este reconocimiento contribuiría de manera muy positiva al mantenimiento del equipamiento para poder continuar siendo un referente nacional e internacional en su ámbito de actuación.

Firma (1): MONICA LOPEZ ALONSO
En calidad de: Decana/Directora de Facultad de Ingeniería UGR



Este documento firmado digitalmente puede verificarse en <https://sede.ugr.es/verifirma/>
Código seguro de verificación (CSV): 6A61621B4A45D1848B1E38A479C6C8E

13/09/2023 - 23:48
Pág. 1 de 1

Firma (1): MARÍA DEL CARMEN RUBIO GÁMEZ
En calidad de: Solicitante

