

CEDEX

ACTIVIDADES TÉCNICAS Y CIENTÍFICAS | 2021





CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

Centro de Publicaciones

Secretaría General Técnica

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

© 2022 CEDEX: Servicio de Publicaciones

<http://www.cedex.es>

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida ni en todo ni en parte, ni registrada, ni transmitida por un sistema de recuperación de información en ninguna parte ni en ningún medio, salvo en aquellos casos específicamente permitidos por la Ley.

NIPO: 797-20-015-5

ISSN: 1697-3555

CONTENIDOS

PRESENTACIÓN PRIMERA

Isabel Pardo de Vera Posada	6
--	----------

Secretaria de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA)

PRESENTACIÓN SEGUNDA

Hugo Morán Fernández	8
-----------------------------------	----------

Secretario de Estado de Medio Ambiente

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD)

INTRODUCCIÓN

Áurea Perucho Martínez	10
-------------------------------------	-----------

Directora del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

CONÓCENOS	12
------------------------	-----------

CENTROS Y LABORATORIOS	28
-------------------------------------	-----------

Centro de Estudios del Transporte	30
---	-----------

Centro de Estudios Hidrográficos	38
--	-----------

Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria	48
--	-----------

Centro de Estudios de Puertos y Costas	54
--	-----------

Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas	62
--	-----------

Laboratorio Central de Estructuras y Materiales	70
---	-----------

Laboratorio de Geotecnia	78
--------------------------------	-----------

Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo	84
---	-----------

TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO	92
PROYECTOS RELEVANTES	100
Centro de Estudios del Transporte	102
Centro de Estudios Hidrográficos	103
Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria	112
Centro de Estudios de Puertos y Costas	119
Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas	133
Laboratorio Central de Estructuras y Materiales	139
Laboratorio de Geotecnia	143
Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo	149
ANEXOS	150
1. Abreviaturas, acrónimos y siglas	152
2. Recursos económico-financieros	158
3. Informes técnicos	161
4. Publicaciones	185
5. Comités	188
6. Congresos, jornadas y seminarios	201

CEDEX 2021: DESTACADOS DEL AÑO

ENERO

El CEDEX contribuye a la innovación para la mejora de la eficiencia ferroviaria con la puesta en marcha del proyecto RailGAP

MARZO

La Unión Internacional de Ferrocarriles otorga al CEDEX el premio "Excellence in Standardisation", en reconocimiento a la contribución al proyecto normativo IRS 70719



FEBRERO

Área Perucho Martínez, nueva directora del CEDEX

ABRIL

MITERD y CEDEX consolidan la colaboración en la protección de la población frente al ruido para el periodo 2021-2023

MAYO

El MITMA renueva la participación del CEDEX en la investigación de accidentes marítimos y el apoyo en aspectos técnicos orientados a la mejora de la seguridad marítima



JUNIO

Comienzan los trabajos encargados por la Universidad de Extremadura para analizar el comportamiento de nuevos pavimentos con áridos reciclados en la pista de ensayo acelerado de firmes del CEDEX

JULIO

La candidatura en la que participa el CEDEX es aceptada para convertirse en miembro fundador de la empresa europea ERJU, llamada a cubrir la I+D ferroviaria en la década 2022-2031



AGOSTO

Se publican las guías elaboradas por el CEDEX en materia de saneamiento para su aplicación en Latinoamérica, fruto del programa de cooperación financiado por el FCAS

SEPTIEMBRE

Se sientan las bases para la futura exposición Ciencia y Agua. Manuel Lorenzo Pardo, Ingeniero Hidráulico, en el pabellón Villanueva del Jardín Botánico de Madrid



OCTUBRE

El CEDEX da soporte al IGN mediante el simulador sísmico realizando ensayos de calibración de los sensores de detección de actividad sísmica de la red nacional

NOVIEMBRE

MITERD y CEDEX presentan el modelo IBER 3.0 que pone a disposición de la comunidad científica una nueva versión con mejoras notables para la gestión de los riesgos de inundación



DICIEMBRE

El MITMA renueva con el CEDEX los trabajos para mejorar la seguridad de nuestras carreteras

PRESENTACIÓN



Isabel Pardo de Vera Posada

Secretaria de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana
Presidenta del CEDEX

La Secretaría de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana tiene, entre sus prioridades, el impulso de la movilidad sostenible, segura y conectada, elemento fundamental para el desarrollo económico, la calidad de vida, el cumplimiento de los objetivos medioambientales, y la cohesión social y territorial. Para ello, el ministerio está promoviendo una serie de reformas que amparan su política, como son el Anteproyecto de Ley de Movilidad, la Estrategia de Movilidad y la Estrategia Indicativa Ferroviaria. Tanto los centros directivos, como los organismos y entidades adscritos al departamento están comprometidos con la materialización de estas reformas cuyo principal instrumento de financiación es el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

Entre estos organismos se encuentra el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas M.P. y O.A. (CEDEX), al que considero un instrumento esencial para el impulso de estas políticas gracias a su experiencia, independencia, alto grado de especialización y rigor científico-técnico.

En mi condición de Secretaria de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) ejerzo la presidencia del Consejo Rector del CEDEX, y es un honor presentar esta Memoria de Actividades Técnicas y Científicas correspondiente al año 2021.

Quisiera destacar en primer lugar la flexibilidad y eficacia con la que la actividad del CEDEX du-

rante 2021 se ha alineado con las necesidades de las direcciones generales y entidades adscritas a MITMA y MITERD, ayudando al impulso de las políticas puestas en marcha por ambos departamentos. Ello se plasma en el esfuerzo realizado por el organismo para avanzar en el cumplimiento de su Plan Estratégico 2020-2022, del que subrayo el acierto con el que apuesta por potenciar la I+D+i con el objetivo de dar un mejor servicio al sector y a la sociedad en general.

En concreto, debo resaltar tres grandes aportaciones que dibujan el amplio alcance de los servicios prestados por el CEDEX al departamento en 2021:

- En primer lugar, el esfuerzo llevado a cabo por el CEDEX para complementar su conocimiento y capacidad de respuesta en materia de infraestructuras, movilidad y servicios de transporte con el desarrollo de innovadoras herramientas tecnológicas y digitales en el marco definido por la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada y, muy en particular, en lo referente a los ejes específicos de Movilidad Segura, Movilidad de Bajas Emisiones y Movilidad Inteligente.
- En segundo lugar, conviene resaltar la consolidación del CEDEX como proveedor tecnológico y líder innovador en el ámbito de la interoperabilidad y de las infraestructuras ferroviarias, actividades que entroncan con la Estrategia Indicativa del Desarrollo, Mantenimiento y Renovación de la Infraestructura Ferroviaria.
- Y, en tercer lugar, quisiera poner de manifiesto el apoyo del CEDEX en dos materias esenciales: la mitigación y la adaptación al cambio climático, y los estudios de ruido ambiental, cuestiones ambas que contribuyen a la implantación de las acciones recogidas en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (en particular en lo relativo a la movilidad y el transporte), y en los Planes de Acción contra el Ruido.

Todos estos servicios constituyen un soporte importante para las iniciativas que impulsa MITMA al objeto de descarbonizar y digitalizar el transporte, y promover una movilidad activa en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

Asimismo, quisiera también poner de manifiesto que las dificultades tecnológicas asociadas a la innovación y a la resolución de problemas específicos hacen del CEDEX una herramienta mediante la cual MITMA quiere facilitar el modelo de colaboración público-privada, poniendo a disposición del sector privado las instalaciones singulares científico-técnicas del CEDEX y su personal altamente especializado.

Finalmente, no quisiera dejar pasar la ocasión sin subrayar el esfuerzo llevado a cabo durante 2021 por la nueva Dirección del CEDEX, sus cuadros de mando y todo el personal que compone los equipos técnicos y de gestión, en un año marcado aún por las excepcionales condiciones derivadas de la pandemia Covid-19.

PRESENTACIÓN



Hugo Morán Fernández

Secretario de Estado de Medio Ambiente

Vicepresidente del CEDEX

El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD) tiene entre sus competencias el desarrollo de las políticas en materia de lucha contra el cambio climático, la protección del patrimonio natural, y la transición hacia un modelo productivo y social más ecológico.

En particular, la Secretaría de Estado de Medio Ambiente colabora de forma sustancial en el desarrollo de estas responsabilidades, según se recoge en el Real Decreto 500/2020 por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del departamento. Es dentro de este marco competencial donde el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas M.P. y O.A. (CEDEX) desempeña un papel fundamental

de soporte tecnológico. En concreto, el CEDEX presta sus servicios de apoyo técnico a las distintas direcciones generales y entes públicos responsables de las políticas medioambientales y de cambio climático, así como de las infraestructuras hidráulicas y de protección costera.

Me corresponde, en mi posición de Secretario de Estado de Medio Ambiente, ejercer la Vicepresidencia del CEDEX y, en consecuencia, el honor de presentar estas líneas para su Memoria de Actividades Técnicas y Científicas 2021.

En balance global, 2021 ha sido un año caracterizado por los retos ambientales y energéticos que han exigido por parte de MITERD una respuesta rápida, innovadora y eficiente. El CEDEX

ha contribuido de forma muy significativa en el diseño de soluciones y en la elaboración de las Estrategias del Departamento a través de la experimentación, la modelización, la digitalización y el estudio y análisis de aspectos de naturaleza científica y técnica.

Me gustaría así, repasando las actividades recogidas en esta Memoria, resaltar tres grandes áreas en las que la presencia del CEDEX ha sido de valor para este departamento:

- El papel del CEDEX en el ámbito de la gestión de los recursos hídricos españoles durante 2021 se ha basado en su conocimiento ya histórico, prolongado en el tiempo, de la problemática de las cuencas hidrográficas españolas. Este conocimiento histórico ha sido fundamental para abordar los nuevos retos relacionados con el impacto del cambio climático.
- Las aportaciones del CEDEX en materia de protección de la costa y del mar han sido determinantes para el impulso del Plan de Actuaciones para la Protección de Tramos de Costa especialmente Vulnerables, como el delta del Ebro o el Mar Menor, según se recoge en las páginas de esta Memoria. El organismo ha colaborado también a la Ordenación del Espacio Marítimo a través del análisis detallado de las actividades y usos que concurren y mediante el desarrollo del Sistema de Información del Medio Marino (InfoMAR).

- El CEDEX ha jugado un papel relevante durante 2021 en el impulso que el departamento ha llevado a cabo en el cumplimiento de la Directiva 2002/49 CE, de 25 de junio de 2002, sobre Evaluación y Gestión de Ruido Ambiental. Sobre el trabajo llevado a cabo desde el inicio de la transposición y cumplimiento de la Directiva, el organismo ha focalizado su soporte tecnológico al departamento en el mantenimiento del Sistema Básico de Información de Contaminación Acústica (SICA), la creación de la Infraestructura de Datos Espaciales Nacional de Ruido (IDE-SICA) y la elaboración de las guías e instrucciones para la elaboración de mapas y planes.

No concluyo sin dejar de insistir en el alcance de cuantas actividades se recogen en esta Memoria para la correcta realización de parte de las competencias asignadas a MITERD, sumándome además a las palabras de la Secretaria de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana sobre el reconocimiento al esfuerzo realizado por todo el personal del CEDEX para el impulso de algunos de los grandes retos y estrategias del departamento, entre los que me permito citar, al propio Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, las Estrategias Marinas, los Planes de Ordenación del Espacio Marítimo, el Tercer Ciclo de Planificación Hidrológica y los Mapas de Acción contra el Ruido.

INTRODUCCIÓN



Áurea Perucho Martínez

Directora del CEDEX

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

Como directora del CEDEX tengo el honor de presentar esta Memoria de Actividades Técnicas y Científicas que recoge lo más destacado de la labor desarrollada por este organismo durante el año 2021, año en el que asumí con gran ilusión su dirección, a mediados de febrero.

No cabe duda de que 2021 ha sido un año repleto de serias dificultades con las que hemos tenido que ir lidiando. En este sentido, hemos continuado sufriendo con dureza la pandemia de Covid-19 que ya padecimos durante todo el año 2020, y que tanto daño y dolor ha causado, privándonos de algunos compañeros, amigos y familiares. A ello, tuvimos que añadir el hecho de que, en enero, a causa de la excepcional ne-

vada que se produjo en gran parte de España en medio de una borrasca que se denominó Filomena, se provocó el colapso de la cubierta de la estructura del Laboratorio de Experimentación Marítima de nuestro Centro de Estudios de Puertos y Costas, que produjo cuantiosos daños materiales en la estructura y los equipos de ensayo, si bien, afortunadamente, no hubo que lamentar daños personales. Este colapso precisó poner en marcha una obra de emergencia de elevado coste y complejidad, que ha requerido de un gran esfuerzo de medios técnicos, económicos y humanos tanto del organismo como de personal de la Subsecretaría del MITMA. Vaya desde aquí mi agradecimiento porque, gracias al esfuerzo y colaboración de todas las personas implicadas, se pudo poner en marcha la obra de

reconstrucción, que esperamos esté finalizada a lo largo de 2022.

A pesar de todas las dificultades, en el CEDEX hemos seguido trabajando con ahínco e ilusión, tanto en los trabajos técnicos relacionados con los ámbitos de la ingeniería civil y el medioambiente, y actividades de apoyo relacionadas, como en la mejora de nuestros procesos internos.

Respecto a los trabajos técnicos, ya la Secretaria de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y el Secretario de Estado de Medio Ambiente se han referido a ellos en sus respectivas introducciones a esta Memoria, destacando los aspectos más importantes. En las páginas de este documento se pueden ver los rasgos más destacados de la actividad técnica realizada a lo largo del año. Es nuestra vocación y razón de ser el servir de brazo tecnológico de los dos ministerios de los que dependemos funcionalmente, MITMA y MITERD, para contribuir al servicio que damos de manera conjunta a la sociedad, mejorando la calidad de vida de las personas y el medioambiente. En este sentido, en 2021 se ha puesto un especial énfasis en la potenciación de la I+D+i, siempre relevante para este organismo desde su nacimiento, con la creación de una unidad de I+D+i centralizada bajo la Dirección, y con el objetivo de facilitar a nuestros técnicos la participación y gestión en proyectos de marcado carácter investigador, y la vigilancia tecnológica.

Por otra parte, respecto a la mejora de nuestros procesos internos, durante 2021 se ha puesto un especial énfasis en la mejora de la comunicación, tanto interna como externa. Con relación a la primera, se ha puesto en marcha la iniciativa “Sabemos lo que hacemos”, que semanalmente y de forma virtual nos permite a todos tener un mejor conocimiento de los trabajos más relevantes en los que participa el CEDEX, lo cual, entre otras cosas, fomenta la creación de sinergias entre nuestros centros y, en definitiva, potencia la mejora de la eficiencia. A su vez, con relación a la comunicación externa, se ha puesto en marcha la participación en redes sociales, a fin de darnos a conocer mejor a la sociedad, para la que trabajamos, y se ha impulsado la renovación de nuestra página web, aún por finalizar, con el propósito de modernizarla y dinamizar la publicación de noticias y actualización de datos, y cumplir con los estándares de accesibilidad.

Es nuestro deseo trabajar evolucionando con los tiempos, en una mejora constante para continuar haciendo del CEDEX un organismo líder en sus ámbitos de actuación, brazo tecnológico de la Administración General del Estado en sus grandes categorías de actuación: asistencia técnica, I+D+i y transferencia del conocimiento, en las áreas temáticas relacionadas con la ingeniería civil y la edificación, el transporte y la movilidad, y el medioambiente. Y todo ello gracias a nuestros dos principales valores: nuestros formidables equipos humanos y nuestras valiosas instalaciones y equipamientos.





CONÓCENOS



CONÓCENOS

QUIÉNES SOMOS

El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) es un organismo autónomo con la condición de medio propio, de la Administración General del Estado, de los previstos en el artículo 98 de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.

Como tal, es un organismo público de referencia en I+D+i en los campos de la ingeniería civil, la edificación y el medio ambiente.

El CEDEX está adscrito orgánicamente al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, a través de la Secretaría de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, y tiene dependencia funcional del Ministerio de Transportes,

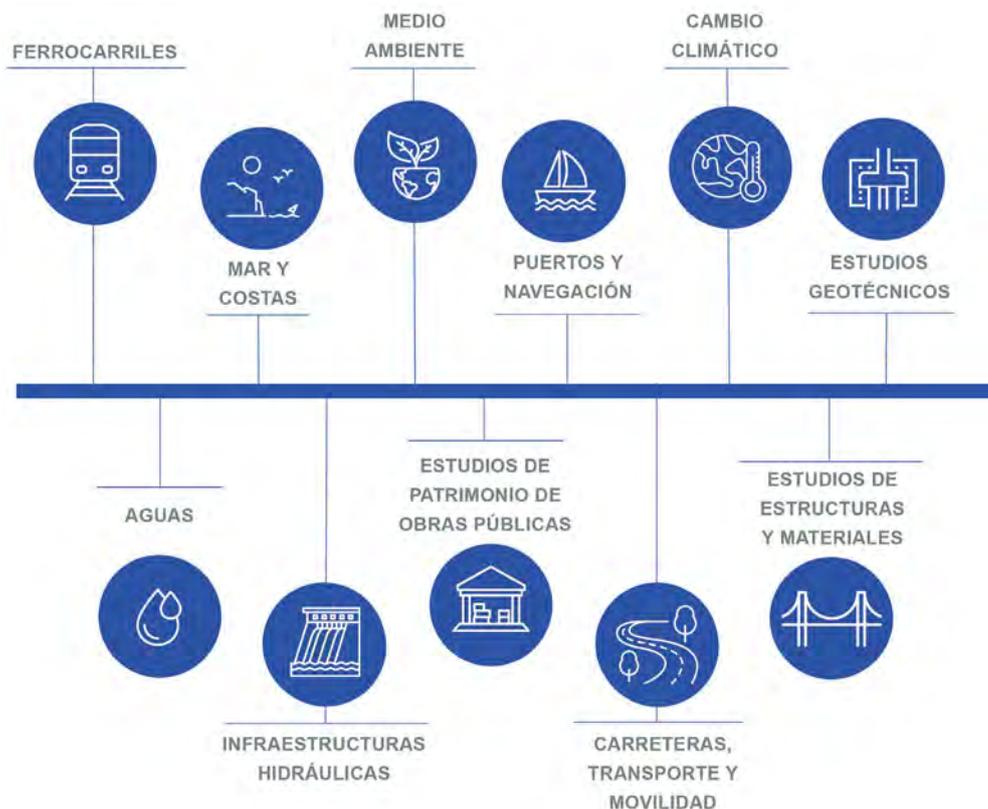
Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) y del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD), en el marco de sus respectivas competencias.

NUESTRA MISIÓN

La misión del CEDEX está orientada a la resolución de los problemas tradicionales y emergentes en sus distintos ámbitos de especialización, contribuyendo al avance del conocimiento aplicado y sirviendo de canal de introducción y difusión de la innovación. Esta misión se sustancia en las siguientes funciones establecidas en su estatuto:

- Asistencia técnica especializada, basada en muchas ocasiones en el ensayo y experimentación en equipos e instalaciones singulares.

ÁMBITOS DE ACTUACIÓN DEL CEDEX



← Fotografía aérea del personal del CEDEX captada mediante dron controlado por un piloto del CEDEX.

- I+D+i en el ámbito de las obras públicas, la movilidad sostenible y conectada, el medio ambiente y el cambio climático.
- Formación y transferencia de conocimiento.

El organismo atiende otras demandas de actividad procedentes de administraciones públicas o del sector privado, mantiene estrechos lazos de colaboración con instituciones similares de otros países en programas conjuntos de investigación aplicada y sostiene una presencia continuada en el ámbito internacional, especialmente dentro del marco de la Cooperación Española de Ayuda al Desarrollo y a través de su participación en redes y comités.

Nuestra organización

El cumplimiento de estas funciones se materializa a través de sus **centros y laboratorios** con el soporte de la **Secretaría** del CEDEX.

Órganos de gobierno

Consejo. Es el órgano que conoce y orienta las actividades del organismo. Está presidido por la secretaria de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana del MITMA y su vicepresidente es el secretario de Estado de Medio Ambiente del MTERD

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DEL CEDEX



Comité de Dirección. Es el órgano que asiste a la directora del CEDEX en la coordinación y administración del organismo. Está presidido por la directora del CEDEX y compuesto por los directores de los diferentes centros y laboratorios, y por la secretaria del organismo.

PLAN ESTRATÉGICO CEDEX

El Plan Estratégico CEDEX 2020-2022 (PEC 2020-2022) tiene por objeto avanzar y mejorar en el cumplimiento de los fines y funciones definidos para el organismo en su estatuto. El objetivo principal es el de ser un referente de I+D+i en los campos del Transporte, la Movilidad y la

Agenda Urbana, el Medio Ambiente y el Cambio Climático.

Este plan se concreta en la identificación de 5 objetivos generales orientadores de las actuaciones, de los que 3 objetivos corresponden a cuestiones de índole interno y 2 objetivos se refieren a la proyección hacia el exterior.

A estos 5 objetivos se suma un objetivo temático estratégico relativo a la Innovación en Movilidad que recoge la contribución del CEDEX a los nuevos retos asumidos por el MITMA tales como la sostenibilidad y la transformación digital en el transporte.

OBJETIVOS INTERNOS



OBJETIVOS EXTERNOS



OBJETIVO TEMÁTICO



EL CEDEX AL SERVICIO DEL MITMA Y EL MITERD

Contribución del CEDEX a la estrategia de movilidad liderada por el MITMA

El CEDEX inició en 2021 una reorientación de sus actividades con objeto de impulsar la I+D+i en la

Movilidad, integrando las capacidades de los diferentes centros y laboratorios del CEDEX.

Las distintas aportaciones del CEDEX, considerando los nueve ejes temáticos de la Estrategia de Movilidad, se recogen en el documento "Papel de la I+D+i y de la asistencia técnica especializada en la Estrategia de movilidad se-

Centro de Estudios del Transporte (CET)

- I+D+i en economía circular. Materiales para carreteras.
- Infraestructura conectada
- Resiliencia de las infraestructuras viarias al cambio climático.

Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC)

- Estudios de energías renovables en los puertos.
- Resiliencia de infraestructuras portuarias al cambio climático.
- Operativa portuaria.

Laboratorio de Geotecnia (LG)

- Cambio climático y efectos geotécnicos en el sistema de transportes.
- I+D+i en economía circular. Materiales para obras de tierra.
- Geotermia para terminales e instalaciones del transporte.

Centro de Estudios Hidrográficos (CEH)

- Hidrología y cambio climático.
- Desarrollo normativo. Drenaje de las infraestructuras de transporte terrestre.

Centro de Técnicas Aplicadas (CETA)

- I+D+i sobre cambio climático y resiliencia del sistema de transporte.
- Emisiones de GEI y otros contaminantes.
- Externalidades del transporte.

Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEYM)

- Uso de drones. Aplicación para los sistemas del transporte.
- Desarrollo BIM. Aplicación para edificación y obra civil.
- I+D+i en economía circular. Materiales estructurales.

Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF)

- I+D+i en seguridad operacional e interoperabilidad ferroviaria. ERTMS.
- Sistemas interoperables de recarga para vehículos eléctricos.
- Nuevas tendencias. Proyecto Hyperloop.

gura, sostenible y conectada. Input del CEDEX al diálogo abierto de movilidad”, e incluyen el desarrollo de más de 60 proyectos, así como la participación en diferentes grupos de trabajo y comités.

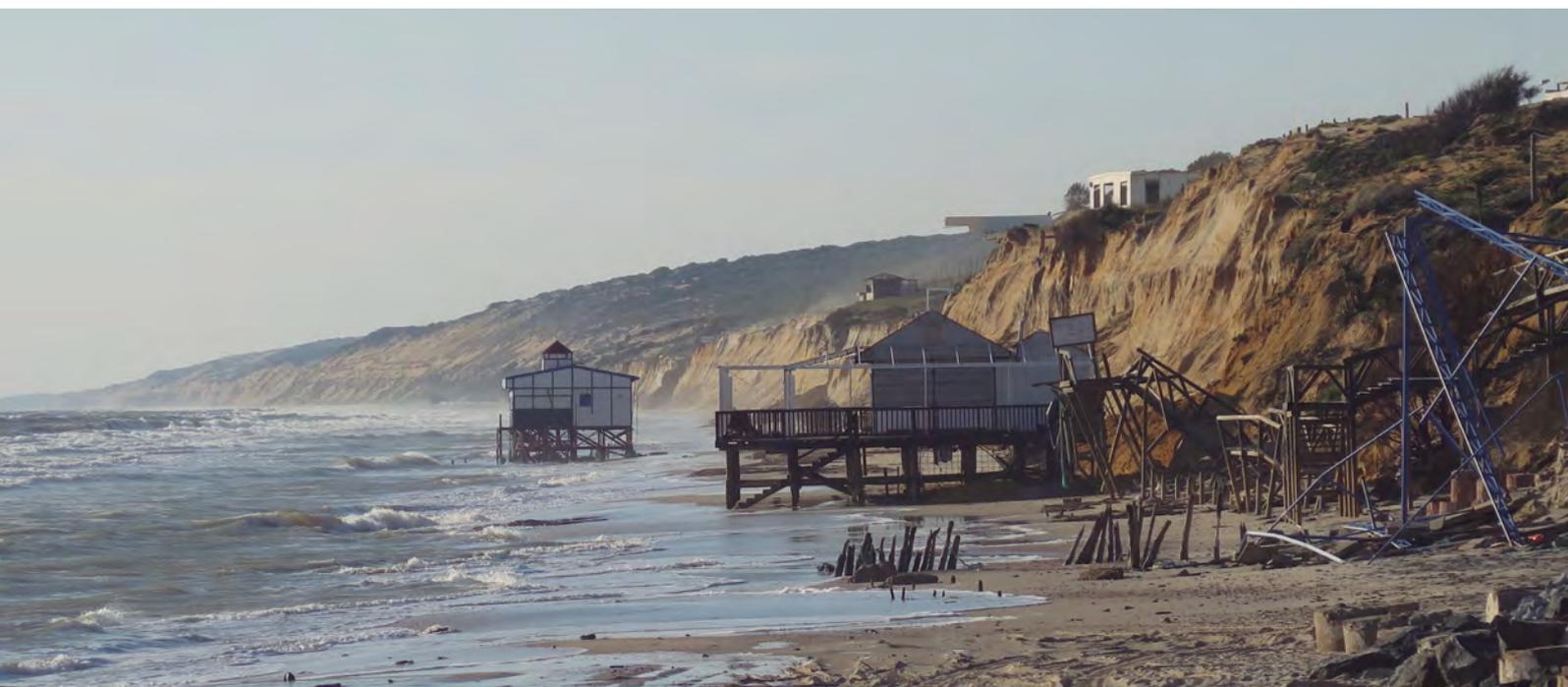
El CEDEX y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático

El Gobierno de España ha desarrollado una batería de instrumentos legales dirigida a hacer frente a la emergencia climática. Como instrumento básico figura el Programa de Trabajo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) relativo al periodo 2021-2025. El CEDEX participa, bajo la coordinación de las Direcciones Generales Responsables, en 12 líneas de acción que se corresponden con 3 ámbitos de trabajo: agua y recursos hídricos, costas y medio marino, y movilidad y transporte.

EL CEDEX APUESTA POR IMPULSAR LA I+D+i

En 2021 ha destacado la creación de la Unidad de Investigación, Desarrollo e Innovación (UIDI), de carácter transversal, dedicada al impulso de la I+D+i en todos los ámbitos de actividad del CEDEX. Junto a la UIDI, se ha creado una comisión de I+D+i, a la que pertenecen los miembros del Comité de Dirección del CEDEX, para facilitar una alineación entre la UIDI y las actividades de los diferentes centros y laboratorios del CEDEX. Se ha configurado, además, una red de coordinadores de I+D+i, con un representante por cada centro y laboratorio, para garantizar la mejor comunicación e implementación de las iniciativas que se están proponiendo.

A través de la UIDI, el CEDEX se refuerza como brazo tecnológico del MITMA en I+D+i aplicada



Efectos de la tormenta Emma en Matalascañas (Huelva), marzo de 2018.



a la movilidad y el transporte y del MITERD en lo relativo al medio natural y la calidad ambiental. Asimismo, la UIDI nace con el objetivo de potenciar la colaboración entre los distintos centros y laboratorios del CEDEX, en particular en lo relativo a la participación en proyectos de I+D+i, tanto de ámbito nacional como internacional, y una mayor presencia en redes y foros vinculados a la transferencia de conocimiento y de los resultados de la I+D+i. El CEDEX ha contado además en 2021 con el apoyo de 42 investigadores contratados para el desarrollo de líneas de I+D+i en el ámbito del conocimiento y las tecnologías

orientadas a la mejora de la cohesión social por medio de unas infraestructuras conectadas, modernas y bajas en carbono y garantizando la adecuada gestión del medio natural y su sostenibilidad.

ACTIVIDAD INTERNACIONAL DEL CEDEX

La actividad internacional del CEDEX incluye diferentes aspectos como la participación en proyectos financiados con fondos europeos, la cooperación internacional orientada al desarrollo económico y social, la integración en redes constituidas por instituciones con ámbitos de trabajo comunes al CEDEX y el establecimiento de acuerdos de colaboración con entidades con fines similares.

Los proyectos financiados a través de fondos europeos con actividad en 2021 han sido los siguientes: H2020-Geolab, MSP-OR, Albufeira y H2020-RailGap.

Así mismo, dentro del contexto de la Unión europea, el CEDEX, junto con otras empresas del

1 **Geolab**
10 socios +
4 999 288 M€

2 **MSP-OR**
12 socios +
1 499 999 M€

3 **Albufeira**
4 socios +
1 640 000 M€

4 **RailGap**
11 socios +
3 135 426 M€

Grupo MITMA (Adif, Renfe-Operadora, Ineco y Adif-Alta Velocidad), se ha convertido oficialmente en miembro fundador de Europe's Rail Joint Undertaking (ERJU), el nuevo partenariado de I+D+i de la Unión Europea dedicado de forma específica al ferrocarril, que desde ahora sustituye al anterior programa (Shift2Rail).

La actividad del CEDEX en materia de cooperación se desarrolla a través del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS) de AECID, instrumento de la Cooperación Española que desarrolla programas de fortalecimiento institucional, desarrollo comunitario y promoción de servicios de agua y saneamiento en 18 países de América Latina y el Caribe. Las intervenciones se centran en zonas rurales y periurbanas, con el objetivo de reducir las bolsas de pobreza y la desigualdad.

POLÍTICA DE COMUNICACIÓN

La transparencia, el acceso a la información pública y el buen gobierno son ejes fundamentales en toda actividad pública, y están íntimamente relacionados con la publicidad activa y el derecho del ciudadano a acceder a dicha información. El CEDEX, en el trabajo de cumplir con estos principios y con el objetivo general de "Servicio a la sociedad", recogido en su Plan Estratégico 2020-22, ha puesto en marcha su Unidad de Comunicación durante 2021. La misión de este nuevo equipo se ha centrado en la difusión de los trabajos y proyectos del organismo a través de nuevos canales y formatos más visuales, sencillos y accesibles a toda la ciudadanía.

En 2021 se han sentado las bases para elaborar un plan de comunicación del CEDEX que recogerá todos los objetivos, estrategias y acciones de comunicación, tanto a nivel interno como externo.

POLÍTICA DE COMUNICACIÓN



EL CEDEX EN CIFRAS



RECURSOS ECONÓMICO-FINANCIEROS. EJECUCIÓN DEL PRESUPUESTO DE INGRESOS 2021

Capítulo	Presupuesto final	Derechos reconocidos	Ejecución %
3. Tasas, precios públicos y otros ingresos	12.912.330	6.677.260	52%
4. Transferencias corrientes	16.294.512	16.335.042	100%
5. Ingresos patrimoniales	1.550	357	23%
7. Transferencias de capital	1.000.000	793.953	79%
8. Activos financieros	8.043.320	6.790	0%
TOTAL PRESUPUESTO INGRESOS	38.251.712	23.813.404	62%

EJECUCIÓN DEL PRESUPUESTO DE GASTOS 2021

Capítulo	Crédito final	Obligaciones reconocidas	Ejecución %
1. Gastos de personal	20.806.340	18.719.250	90%
2. Bienes y servicios	5.499.252	4.395.010	80%
4. Transferencias corrientes	155.800	77.865	50%
6. Inversiones	11.752.000	3.111.362	26%
8. Activos financieros	38.320	6.752	18%
TOTAL PRESUPUESTO GASTOS	38.251.712	26.310.239	69%

LA SECRETARÍA, MOTOR ADMINISTRATIVO DEL CEDEX

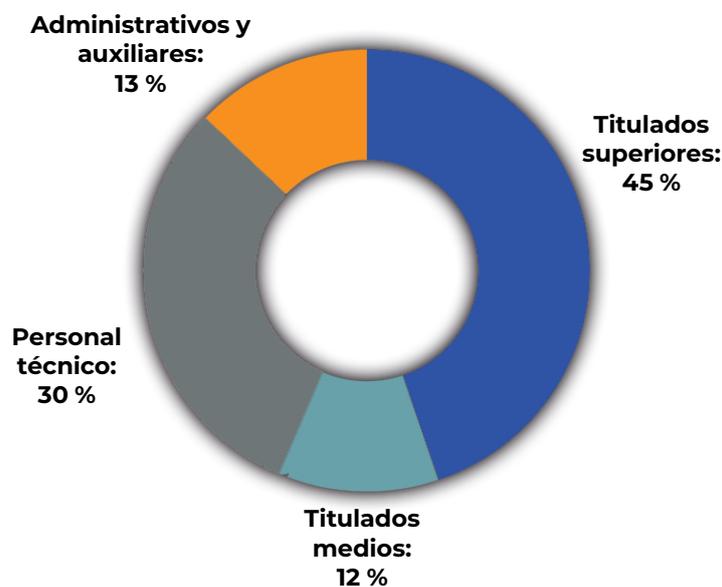
Recursos Humanos

Para el ejercicio de sus funciones el CEDEX requiere de un capital humano especializado apoyado por un conjunto de recursos tecnológicos de primer nivel. El carácter pluridisciplinar de los equipos del CEDEX aporta visiones complementarias en el estudio de las cuestiones cada vez más complejas. La continuidad en la gestión del conocimiento y el mejor aprovechamiento de las capacidades del CEDEX requieren una incorporación sostenida de personal

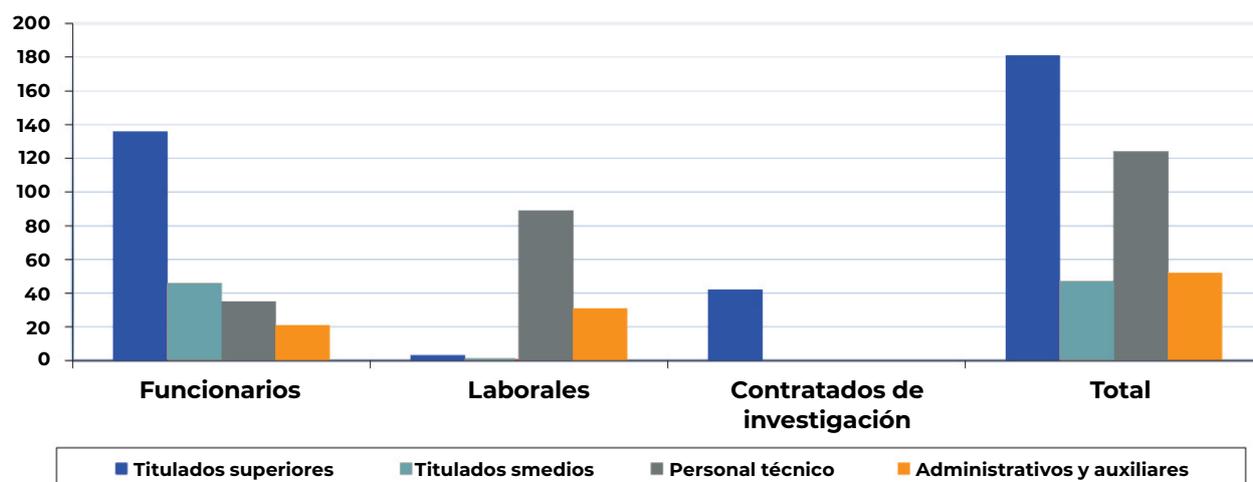
Del total de efectivos de personal del CEDEX, 11 fueron de nuevo ingreso en 2021, todos ellos funcionarios y procedentes de diferentes escalas.

EFECTIVOS DE PERSONAL POR CATEGORÍA Y TITULACIÓN A 31-12-2021						
		Funcionarios	Laborales	Contratados de investigación	Total	%
Titulados	Titulados superiores	136	3	42	181	45 %
	Titulados medios	46	1	0	47	12 %
Personal técnico		35	89	0	124	30 %
Administrativos y auxiliares		21	31	0	52	13 %
TOTAL		238	124	42	404	100 %

EFECTIVOS POR TITULACIÓN



EFFECTIVOS POR CATEGORÍA Y TITULACIÓN



Derechos y políticas laborales

Diálogo social y negociación colectiva:

El organismo participa en las distintas mesas de negociación colectiva existentes en el MITMA, a través de la Subcomisión Paritaria, el Grupo Técnico de Trabajo de Prevención de Riesgos laborales y el Grupo Paritario de Acción Social, entre otros.

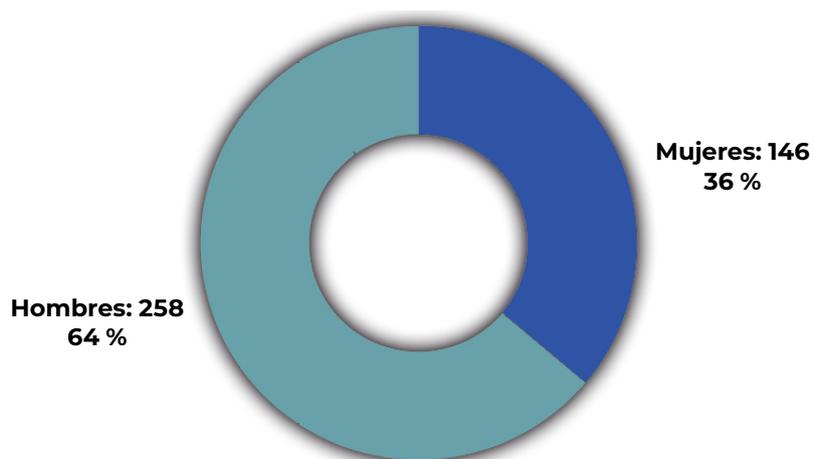
Acción social

El crédito adjudicado en Ayudas Sociales en 2021 ha ascendido a 63.214 euros, sin incluir los Premios por Jubilación ni los costes de actividades extraescolares de los hijos de sus empleados. Las solicitudes presentadas han sido 181, que corresponden a 255 ayudas tramitadas y a 241 ayudas concedidas.

EFFECTIVOS DE PERSONAL POR GÉNERO A 31-12-2021

	Mujeres	Hombres	Total
Titulados superiores	74	107	181
Titulados medios	17	30	47
Personal técnico	22	102	124
Administrativos y auxiliares	33	19	52
TOTAL	146	258	404

DISTRIBUCIÓN POR GÉNERO



Política de igualdad

En 2021 se ha aprobado el III Plan para la Igualdad de Género en la Administración General del Estado y en los organismos públicos vinculados

Es de destacar la participación del CEDEX en la propuesta del III Plan Estratégico para la Igualdad Efectiva de Mujeres y Hombres (2022-2025), sumándose a la consecución de los objetivos del Plan a través de un conjunto de medidas que abarcan aspectos como la comunicación, formación, capacitación, coordinación y visibilización del talento. En este sentido, cabe destacar el papel del Grupo CEDEXeIgualdad en la identificación y propuesta de medidas a impulsar por parte del CEDEX.

Por otro lado, en materia de atención a la discapacidad, hay que señalar que la plantilla del CEDEX ha contado con 18 trabajadores con algún grado de discapacidad.

Conciliación de la vida laboral, personal y familiar

El personal del CEDEX ha disfrutado en 2021 de un conjunto de medidas de conciliación que han tenido como objetivo favorecer la organización del tiempo de trabajo, el disfrute de los permisos reconocidos y trabajar a distancia durante la pandemia.

Salud, Seguridad e Higiene en el trabajo

Promoción de la salud

Ésta se ha materializado, entre otras, a través de iniciativas o programas de promoción de prácticas saludables como el establecimiento de un modelo de empresa saludable en el CEDEX, la implantación de medidas para la evaluación de riesgos psicosociales, el seguimiento personalizado de los casos de infección por el virus SARS-CoV-2 y sus contactos estrechos y el Control de la legionela en las instalaciones del CEDEX.

Actividades preventivas

La actividad preventiva principal de cara a la protección de todo el personal del organismo se ha llevado a cabo a través de la vigilancia de la salud mediante la realización de reconocimientos médicos, a lo que se suma la evaluación de los puestos de trabajo en el CEDEX frente a la exposición al SARS-CoV-2, la adopción de medidas extraordinarias de protección de los empleados y del Protocolo de actuación para la reincorporación presencial a la vida laboral. En particular, se estableció un programa de trabajo a distancia y se siguieron todas las directrices para la protección de los trabajadores mediante la aplicación de los protocolos dictados por Función Pública y el Ministerio de Sanidad.

Se organizaron cursos con vistas a la prevención de la carga emocional asociada a la gestión de conflictos en el trabajo, y se procedió a la contratación de los seguros de responsabilidad civil y seguros de accidentes colectivos.

Seguridad en el trabajo

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y las empresas externas, se implementaron los protocolos necesarios para la realización de la coordinación de actividades empresariales (CAE) mediante la aplicación de lo dispuesto en el RD 171/2004, de 30 de enero.

En materia prevención frente a situaciones de emergencia, se pusieron en marcha los planes de autoprotección de los centros de trabajo para garantizar la seguridad personal de todos los trabajadores.

Gestión de calidad y medio ambiente

En relación con el Sistema de Gestión Medioambiental, el organismo se certificó mediante la Norma EN ISO 14001:2004, entre 2009 y 2017, en todos sus centros.

En 2021 se mantiene la certificación del cumplimiento de los requisitos bajo la Norma UNE-EN ISO 14001 con el número de certificado: ES09/6695. Se trata de un certificado multisede que comprende todos los centros CEDEX. Este certificado es válido desde 17 de abril de 2021 hasta el 17 de abril de 2024.

Transparencia y buen gobierno

Para favorecer la transparencia y mejorar el acceso a la información pública se ha continuado con:

- Los procedimientos asociados a la entrada en vigor de la Ley de Transparencia.
- La publicación de los contratos una vez adjudicados en la Plataforma de Contratación del Sector Público (Orden Comunicada de la ministra de Fomento de 27 de junio de 2013).
- Se informa al MITMA periódicamente, mediante cuestionarios pautados, de la actividad realizada.
- Se han gestionado 11 expedientes de solicitud de información recibidos al amparo de la Ley de Transparencia a través de la aplicación Gestión de las Solicitudes de Acceso (GESAT).
- Se han respondido 7 iniciativas parlamentarias procedentes del Congreso de los Diputados y del Senado tramitadas a través de la aplicación Iniciativas Parlamentarias.

- Puesta en marcha del Plan Anual de Actuación 2021 recogido en el Plan Estratégico CEDEX 2020-2022 y realización del Informe de Seguimiento del Plan de Actuación 2020, habiendo alcanzado en la evaluación final un grado de cumplimiento en la consecución global de objetivos del 61,07 %.
- Declaración de Principios en Prevención de Riesgos Laborales (PRL).
- Declaración de Principios en Materia de Acoso Laboral en el CEDEX (AL).
- Declaración de la Política Medioambiental del CEDEX (GMA).
- Declaración de la Política de Calidad del CEDEX (Q).

Códigos Éticos

Los códigos éticos específicos con los que cuenta el organismo, siguiendo los protocolos del MITMA, son:







CENTROS Y LABORATORIOS

CENTRO DE ESTUDIOS DEL TRANSPORTE



“Caminando hacia la descarbonización”

Las actividades llevadas a cabo en 2021 por el Centro de Estudios del Transporte (CET), en línea con su campo técnico de competencia, se engloban, en el ámbito de los firmes de carretera, la auscultación de carreteras en servicio, y el estudio del tráfico pesado al que dan servicio las carreteras.

Estas cuestiones se han abordado desde los enfoques de la economía circular, la necesaria descarbonización del transporte, y la consideración de las nuevas tecnologías de tráfico y transporte (sistemas ITS) que, a su vez, están en conexión directa con los ejes 2 “Nuevas políticas inversoras”, 3 “Movilidad segura”, 4 “Movilidad de bajas emisiones”, y 5, “Movilidad inteligente”, de la Estrategia de Movilidad del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA).

En relación con **la economía circular y el empleo de materiales no convencionales** en la

construcción de carreteras, se han construido en la **pista de ensayo acelerado de firmes** del CEDEX dos secciones con mezclas bituminosas, una de ellas fabricada con áridos obtenidos de los residuos de construcción y demolición (RCD) y la otra, con áridos convencionales, con el objetivo de comparar la evolución de su comportamiento. El estudio, realizado para la Universidad de Extremadura, que al término de 2021 aún continúa en ejecución, se complementa con la ejecución de ensayos de laboratorio y finalizará una vez aplicados 25.000 ciclos de carga.

En esta línea de empleo de materiales no convencionales, se ha instrumentado un tramo de la N-232 en Castellón que ha sido rehabilitado con reciclado en frío con emulsión. En este tramo se han colocado sensores de deformación y temperatura, que junto a los sistemas de adquisición de datos que están pendientes de colocar permiti-

← Puerta al infierno, túnel de la Serranía de Cuenca cerca de Cuenca y Fuertescusa
(Fuente: Shutterstock).



Pista de ensayo acelerado de firmes del CET.

rán la monitorización en tiempo real del comportamiento del firme.

Siguiendo con trabajos realizados en años precedentes, durante 2021 se ha llevado a cabo el mantenimiento de las 5 estaciones meteorológicas del CET repartidas por la geografía española, con objeto de poder contar con los datos climatológicos y perfiles de temperatura de los diversos tipos de firmes. Estos trabajos son necesarios para ajustar los modelos de predicción de su temperatura y de la humedad de la explanada a las condiciones existentes en España, y así poder explicar los modelos de fallo y de comportamiento de los firmes y la evolución en el tiempo de las actuaciones de refuerzo que se han llevado a cabo en ellos.

Estas estaciones, su instalación y mantenimiento, así como el procesado y la evaluación de la información climatológica que generan permi-

te conocer los efectos del cambio climático sobre las carreteras y sobre los materiales con los que se construyen, toda vez que los betunes y las mezclas bituminosas son particularmente sensibles a las temperaturas, especialmente a las que adquiere el firme a diferentes profundidades.

Igualmente, se continúa con la recopilación de datos en tiempo real de medidas de variables dinámicas producidas al paso del tráfico que circula en un tramo de la A-62 en Valladolid. Su procesado y los indicadores obtenidos mediante modelos de predicción de deterioro permiten ver el estado en que se encuentra el firme.

Por iniciativa de la Dirección General de Carreteras (DGC) del MITMA se está realizando el estudio de mezclas bituminosas con aditivos de polvo de caucho pre-digerido en la A-6 (Ávila) y A-68 (Zaragoza). Así, durante 2020 y 2021 se han empezado a aplicar, como aditivos de las mezclas bitumino-



Colocación de los sensores en el firme.

sas, algunos productos comerciales formulados a base de polvo de caucho de NFVU (neumáticos al final de su vida útil), no sólo a escala experimental en pequeños tramos de prueba, como se había hecho hasta el presente, sino también en obras de gran extensión en carreteras pertenecientes a la Red de Carreteras del Estado.

Esta modalidad, de polvo de caucho pre-digerido, ofrece ciertas ventajas respecto a las técnicas inicialmente desarrolladas, de la *vía seca* y la *vía húmeda*. El conocimiento y la experimentación de estas potenciales ventajas constituye el objeto de los trabajos en curso.

El estudio de lixiviación en escorias de fundición de cobre (*Atlantic Copper*). Las exigencias derivadas de la economía circular y de la necesidad de volver a utilizar materiales procedentes de residuos desclasificados como tales en la construcción de carreteras requiere confirmar que, en la composición de estos, no existen sus-



Planta de tratamiento de neumáticos al final de su vida útil.

tancias contaminantes que imposibiliten dicha reutilización.

Resulta, por tanto, de gran interés la realización de ensayos de lixiviación sobre estos residuos o subproductos, ya que permiten conocer la liberación de constituyentes solubles al ponerse en contacto con el agua, evaluando así el riesgo potencial para el medio ambiente de su posible reutilización en aplicaciones de obra civil o, en caso contrario, si sólo cabe la eliminación de dichos residuos en vertedero.



Escorias de fundición de cobre.



Extendido de una mezcla fabricada a baja temperatura.

Otra de las líneas de actividad se refiere al estudio de **mezclas bituminosas fabricadas a baja temperatura** y con incorporación de material bituminoso reutilizado. La fabricación de mezclas bituminosas a temperaturas inferiores a las habituales es uno de los objetivos que se persiguen para reducir el consumo de energía que comporta su preparación y la emisión de gases contaminantes a la atmósfera. Existen varios métodos para producir estas mezclas lográndose fabricar mezclas bituminosas semicalientes, cuya temperatura de fabricación es de unos 40 °C inferior a la habitual. Esto permite incorporar de forma más sencilla una parte de asfalto recuperado procedente del fresado de pavimentos envejecidos, al limitarse la degradación térmica del betún presente en este material gracias a la menor temperatura de calentamiento empleada.

Con el objetivo de ampliar el conocimiento del comportamiento de este tipo de mezclas, el Laboratorio

de Materiales de Carreteras ha realizado numerosos ensayos de tipo prestacional sobre muestras de mezclas procedentes de obras promovidas por la Demarcación de Carreteras de Castilla y León Occidental, en donde se han empleado estas técnicas.

También se han realizado análisis muy detallados, mediante el reómetro de cizallamiento dinámico (DSR), de betunes aditivados con tensoactivos para su utilización en mezclas fabricadas a temperatura reducida. Estos análisis, además de contribuir a determinar las características de estos betunes, han permitido prestar una mayor atención a los resultados de los ensayos reológicos de tipo prestacional de ligantes que si bien, actualmente, no están aún recogidos en las especificaciones de los betunes, se espera que lo estén pronto.

Aplicación de mezclas SMA de alta durabilidad.

Se trata de unas mezclas cuya durabilidad es su-



Ensayo Fénix en mezclas SMA.

perior a la de mezclas convencionales debido a su composición y características, siendo de gran importancia a la hora de construir pavimentos más sostenibles. Su aplicación está creciendo tanto en pavimentos de carreteras como en los de aeropuertos, habiéndose realizado estudios de mezclas bituminosas tipo SMA11 utilizadas en capas de rodadura de una de las pistas del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas y en obras de la Demarcación de Carreteras de Castilla y León Occidental.

Para tener un mayor conocimiento del comportamiento de estas mezclas frente las solicitaciones del tráfico, en el Laboratorio de Materiales de Carreteras se ha llevado a cabo la evaluación de la resistencia, tenacidad y energía de rotura de la

mezcla mediante el ensayo Fénix, así como ensayos prestacionales que determinan propiedades físicas y mecánicas de los materiales que se pueden relacionar directamente con el desempeño del material puesto en obra. Los resultados obtenidos son coherentes con los ODS y, más concretamente, con el 9, Industria, Innovación e Infraestructura (9.1 y 9.5).

En el ámbito de la **auscultación y evaluación a escala real de las carreteras**, se viene realizando desde hace varios ejercicios el encargo de la Dirección General de Carreteras del MITMA para el seguimiento, comprobación y supervisión del cumplimiento de los valores de los indicadores que aparecen en los contratos de concesión de

las autovías de primera generación de la Red de Carreteras del Estado. Concretamente, en el CET se recogen datos y se evalúan los indicadores relacionados con el estado estructural (deflexiones y fisuración de los firmes) y con las condiciones de seguridad y comodidad (la resistencia al deslizamiento mediante CRT y la regularidad superficial mediante IRI).

Por su parte, el Área de Tráfico y Seguridad Vial ha llevado a cabo durante 2021 una serie de actividades que pueden englobarse en las siguientes líneas:

Los sistemas de pesaje dinámico. Partiendo de un sistema de pesaje dinámico de **tipo piezoeléctrico** instalado en la A-1 cerca de El Molar (Madrid), en el marco del proyecto REPARA 2.0, financiado por el CDTI, se ha continuado con la evaluación de la precisión y el buen funcionamiento de este equipo, y con la explotación de los datos de los vehículos que se recogen con el citado sistema, que son el peso de cada uno de los ejes y el peso total de cada vehículo, además de una serie de variables añadidas (longitud del vehículo, velocidad

y distancia entre cada dos ejes consecutivos) de gran aplicación práctica en la gestión viaria.

Estos sistemas permiten recoger una información detallada y continua sobre las cargas debidas al tráfico, fundamentalmente de los camiones y otros vehículos pesados, que constituyen el parámetro fundamental de entrada para conocer las sollicitaciones que deben soportar los firmes viarios a lo largo de su vida de servicio y así optimizar tanto su diseño como su conservación.

Una de las grandes ventajas de los sistemas de pesaje dinámico es que permite obtener todos los datos anteriormente mencionados sobre grandes muestras de vehículos, de forma automatizada y continua, sin interrumpir el tráfico rodado.

Los sistemas eléctricos de carreteras (SEC). En esta línea, el CET participa en el Grupo de Estudio 2.2 “Sistemas eléctricos de carreteras” de PIARC (Asociación Mundial de la Carretera), en el cual ocupa además la Secretaría de habla española.



Sistema de pesaje dinámico de tipo piezoeléctrico en la A-1 en El Molar.



Barrera de seguridad metálica de perfil de doble onda.

Estos sistemas tienen por objeto complementar la carretera con una instalación eléctrica destinada a transmitir este tipo de energía a los vehículos que circulan por ella durante su recorrido. Esto tiene actualmente su aplicación para lograr la descarbonización del transporte por carretera especialmente en el ámbito de los vehículos pesados (camiones y autobuses), en los cuales no está resuelto el problema técnico de su autonomía, debido al gran tamaño que requerirían sus baterías (del orden de varias toneladas), lo que les restaría una apreciable capacidad de carga.

La normalización de equipamientos viales y de gestión del tráfico. Con el objetivo de alcanzar una estandarización de los equipamientos viales y de gestión del tráfico que se traduzca en una mayor eficiencia en la utilización de recursos y en una mayor seguridad y comodidad del usuario de la vía, se ha participado en las actividades de normalización en el marco de UNE.

A las líneas de actividad anteriores se suma una de carácter transversal relativa a la **evaluación de los proyectos de carreteras con arreglo a criterios de sostenibilidad**, tanto en sus fases de proyecto y construcción como en su funcionamiento, a través de la aplicación del **Análisis del Ciclo de Vida (ACV)** y el **Análisis del Coste del Ciclo de Vida (ACCV)**, como herramientas de evaluación de actuaciones en la búsqueda de su eficiencia en el consumo de recursos, materias primas y energía, y de generación de residuos, vertidos y emisiones a la atmósfera. Estas actividades se han realizado en el marco de dos grupos de trabajo de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC), que han estado coordinados por el CEDEX.

En la misma línea, se ha realizado un estudio sobre el **Estado del Arte sobre la Contratación Pública Ecológica (CPE) de Carreteras** que abarca los distintos ámbitos territoriales (regional, nacional e internacional), que será publicado próximamente como monografía CEDEX.

CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS



“El Centro de Estudios Hidrográficos intensifica su apoyo a la Dirección General del Agua y al Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento”

Durante 2021 el Centro de Estudios Hidrográficos (CEH) ha trabajado en actividades relacionadas con los datos básicos de la naturaleza y con el conocimiento de los recursos y el medio hídrico, ha participado en el desarrollo de reglamentaciones, normas y especificaciones técnicas y ha continuado avanzando en investigación, desarrollo tecnológico e innovación en el ámbito de las aguas continentales.

Una parte importante de su actividad se ha dedicado a la asistencia técnica especializada. Esta asistencia se ha prestado al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD), a través de la Dirección General del Agua (DGA) y de las confederaciones hidrográficas, y al Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación (MAEUEC). En este caso, se ha prestado asistencia a los programas del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento

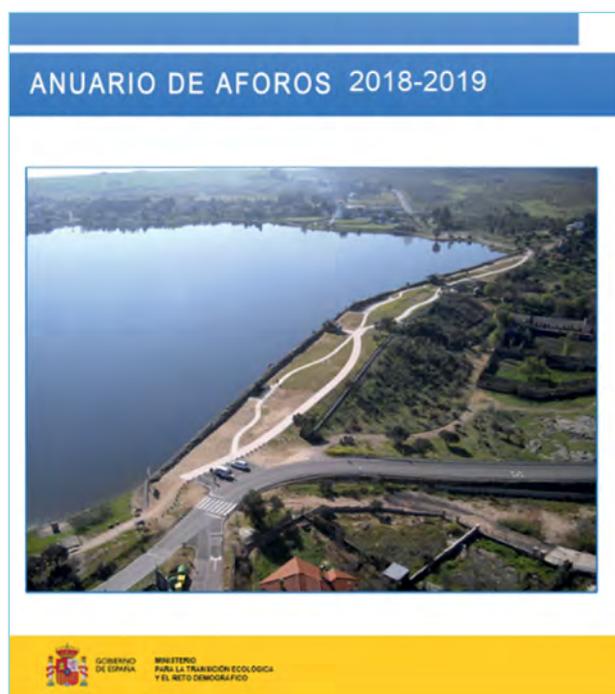
(FCAS), por encargo de la Secretaría de Estado para Iberoamérica y el Caribe. Este año también ha comenzado la colaboración con el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, dependiente de la Comunidad de Madrid.

En cuanto a formación se han organizado varios cursos, se ha participado en cursos organizados por otras instituciones y se han facilitado diversas estancias de carácter educativo. La difusión y transferencia de tecnología se ha desarrollado a través de publicaciones, organización o participación en jornadas, conferencias y congresos, y mediante la atención en el CEH a diversas delegaciones internacionales y visitas nacionales. Asimismo, se ha colaborado con distintas instituciones, tanto en el ámbito nacional como internacional.

En relación con los **datos relativos a recursos y fenómenos de la naturaleza**, ha continuado la

← Vista del embalse de Castro (Zamora) desde el puente-viaducto de Requejo (Puente Pino).

actualización de la base de datos hidrológicos de la red de control de los ríos, embalses y canales españoles (HIDRO), y se ha publicado el anuario de aforos correspondiente al año hidrológico 2018-19. El anuario, que se puede consultar íntegramente en la página *web* del CEDEX, pone a disposición del público toda la información hidrológica captada por la red de control oficial desde sus inicios a comienzos del siglo XX.



Portada del anuario de aforos 2018-19.
Embalse de Proserpina (Badajoz).

En cuanto a la **mejora del conocimiento de los recursos naturales**, en 2021 ha concluido la actualización del inventario de recursos hídricos en régimen natural del año 2018-19, realizado mediante el modelo Simpa elaborado en el CEH. Asimismo, se han continuado los trabajos para implementar en este modelo un nuevo módulo para el tratamiento de las aguas subterráneas, que permitirá una mejor representación de esa fase del ciclo hidrológico. Con este trabajo el CEH

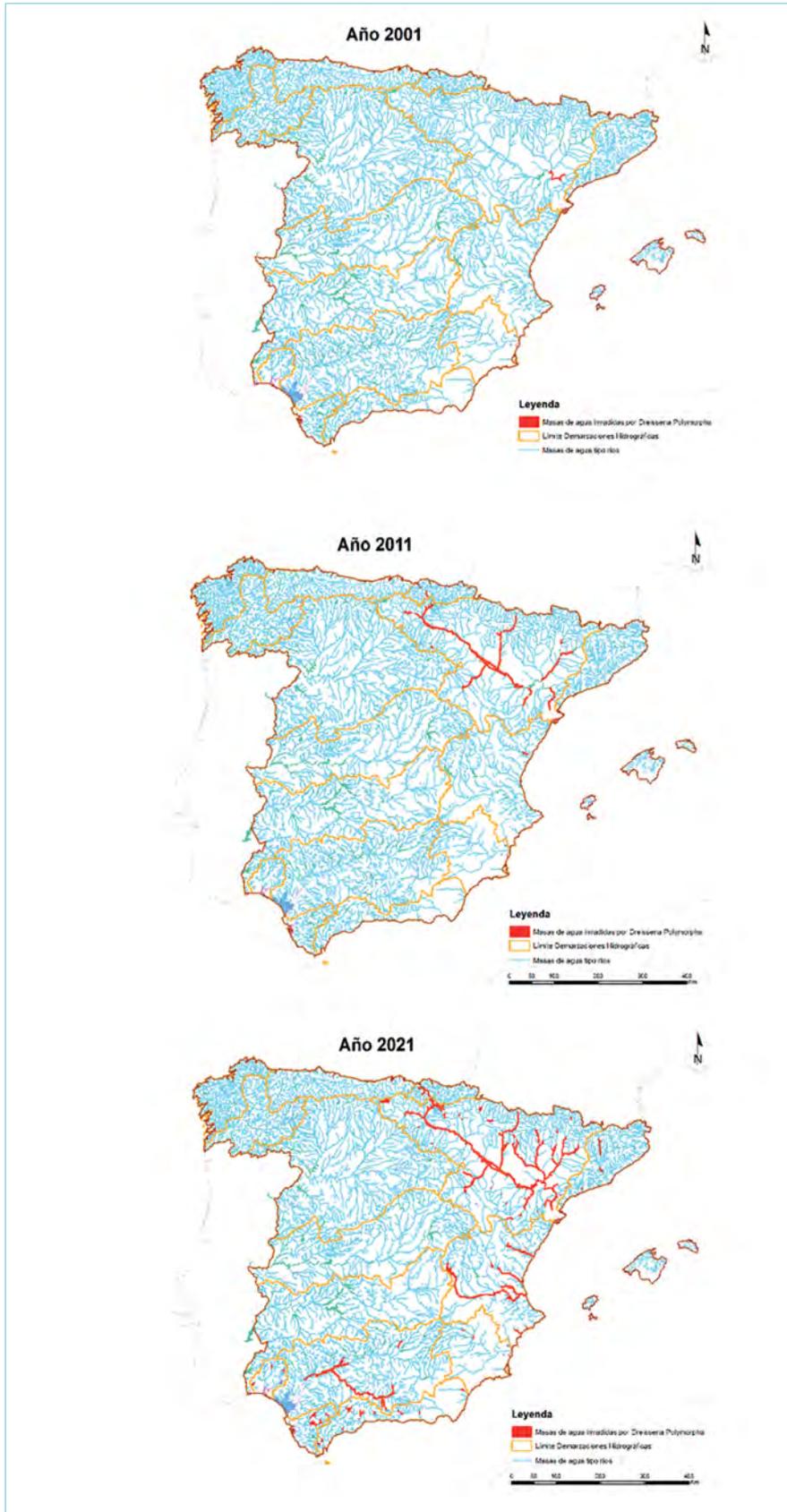
contribuye a un mejor conocimiento de las disponibilidades hídricas del país, una de las finalidades con las que reanudó su actividad en 1960.

Han continuado los trabajos para actualizar el mapa de lluvias máximas diarias de España, elaborado por el CEDEX en 1999, y los trabajos para llevar a cabo una nueva caracterización de las relaciones entre intensidad, duración y frecuencia de las precipitaciones (curvas IDF). Estos trabajos no solo tienen repercusión en el ámbito de la administración hidráulica, sino también en el sector del transporte, pues afectan al drenaje de las vías de comunicación.

Igualmente han proseguido los trabajos para la determinación de nuevas sustancias y contaminantes emergentes incluidos en la lista de observación que establece la Comisión Europea, para lo que se han puesto a punto metodologías de análisis con los nuevos equipos Orbitrap recientemente adquiridos por el CEH. El estudio de estos contaminantes emergentes, que ahora se pueden evaluar de forma precisa gracias a los nuevos equipos y tecnologías disponibles, está cobrando una importancia cada vez mayor en el ámbito de la UE, por su posible incidencia en la salud y por sus efectos ambientales.

Se ha trabajado en la identificación y seguimiento de especies exóticas e invasoras de fauna y flora en las aguas continentales. De todas ellas, el mejillón cebra es la que altera más sustancialmente los ecosistemas y la que provoca un mayor daño económico, siendo casi imposible su erradicación una vez que coloniza el medio.

En el ámbito de las **reglamentaciones y normas técnicas** se ha continuado prestando apoyo a la



Evolución de la colonización de las cuencas españolas por el mejillón cebra desde su aparición hace más de 20 años.

DGA en la implantación del nuevo reglamento europeo de reutilización y en el desarrollo de diferentes metodologías para su aplicación, referidas concretamente a los sistemas de evaluación de riesgos sanitarios y ambientales y a la validación de las instalaciones de tratamiento. Se trata de una normativa particularmente importante para España, pues es el país de la UE que mayor volumen de agua reutiliza.

Quizá uno de hechos más relevantes de 2021 haya sido la finalización del estudio del impacto del cambio climático en las precipitaciones máximas. Los resultados de este estudio, que se presentan de forma más detallada en otra parte de esta Memoria, se han incorporado en los planes de gestión del riesgo de inundación. Tanto el informe sobre el trabajo como los mapas digitales con sus principales resultados se pueden descargar de las páginas *web* del CEH y del MITERD.

Continuando con las especificaciones técnicas, durante este año se ha trabajado en el desarrollo de la *Guía para el cálculo de las avenidas de proyecto y extrema de presas*, a las que se refieren las normas técnicas de seguridad para las presas y sus embalses aprobadas en 2021. El objetivo de esta guía es proporcionar recomendaciones para la realización de los estudios hidrológicos necesarios para el análisis de la seguridad hidrológica de las presas, por lo que previsiblemente tendrá una importante repercusión en el sector.

Con el fin de avanzar en el conocimiento de la incidencia que la incorporación del agua de mar desalada puede tener en los sistemas de riego, se ha realizado un estudio para determinar el límite admisible del boro procedente de estas aguas, teniendo en cuenta su reducción en las desalado-

ras, sus interacciones con el suelo y las plantas, su acumulación y los efectos que se producen en los cultivos más sensibles. Los resultados del estudio se han incorporado en el proyecto de plan hidrológico del Segura. Se trata de una cuestión que puede alcanzar gran interés, dada la importancia del agua desalada en esta demarcación y su previsible tendencia al alza en los próximos años.

Por otra parte, se han iniciado los trabajos para el desarrollo de un indicador para medir la eficiencia en el uso del agua en España, con vistas a su utilización en el seguimiento del cumplimiento del objetivo de aumento de eficiencia del uso del agua en un 10 %, fijado por la Estrategia Española de Economía Circular.

Por último, el capítulo normativo finaliza con la participación en los trabajos preparatorios para la próxima revisión de la Directiva 91/271 sobre tratamiento de las aguas residuales urbanas. En esta revisión cabe abordar aspectos relevantes para España, como son los desbordamientos de las aguas de tormenta y escorrentías urbanas, las pequeñas aglomeraciones, los sistemas individuales, los microcontaminantes y los microplásticos, los vertidos industriales a colectores, la eliminación de nutrientes y la designación de zonas sensibles, la integración en la economía circular (aplicación de lodos y reutilización del agua, disminución del consumo energético, disminución de la emisión de gases de efecto invernadero), o el control del agua residual como sistema de alerta temprana. Con este fin se ha participado durante 2021, junto con la DGA, en diversas reuniones y talleres organizados por la Comisión Europea.

En el ámbito de la **investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación**, se ha seguido tra-

bajando en el proyecto Albufeira, un programa de evaluación conjunta de las masas de agua de las cuencas hidrográficas hispano-portuguesas, incluido en el Programa de Cooperación Transfronteriza España-Portugal (Interreg-POCTEP). Los objetivos de este proyecto se centran en la investigación y el establecimiento de criterios comunes para el seguimiento de estas masas de agua, la mejora de la integración de los objetivos ambientales de la Directiva Marco del Agua y de la Directiva de Hábitats y la sensibilización sobre la cooperación en las cuencas hidrográficas compartidas. Durante 2021 se han llevado a cabo varias campañas de campo con los técnicos portugueses para la toma de muestras en los ríos, embalses y estuarios fronterizos o transfronterizos, aplicando los protocolos y métodos de ambos países para la determinación de los indicadores de evaluación del estado ecológico, lo que permitirá avanzar en el proceso de armonización perseguido.

Tras varios años de trabajo ha finalizado la nueva versión 3.0 del modelo matemático bidimensional Iber, para el cálculo de zonas inundables. Esta nueva versión incorpora diversas mejoras, entre las que se incluye la incorporación de técnicas de supercomputación que permiten abordar ámbitos de estudio más amplios, reduciendo los tiempos de cálculo. La nueva versión fue presentada en noviembre en el CEH y la sesión se puede consultar íntegramente en el canal *YouTube* del MITERD, donde ha recibido más de 60.000 visitas.

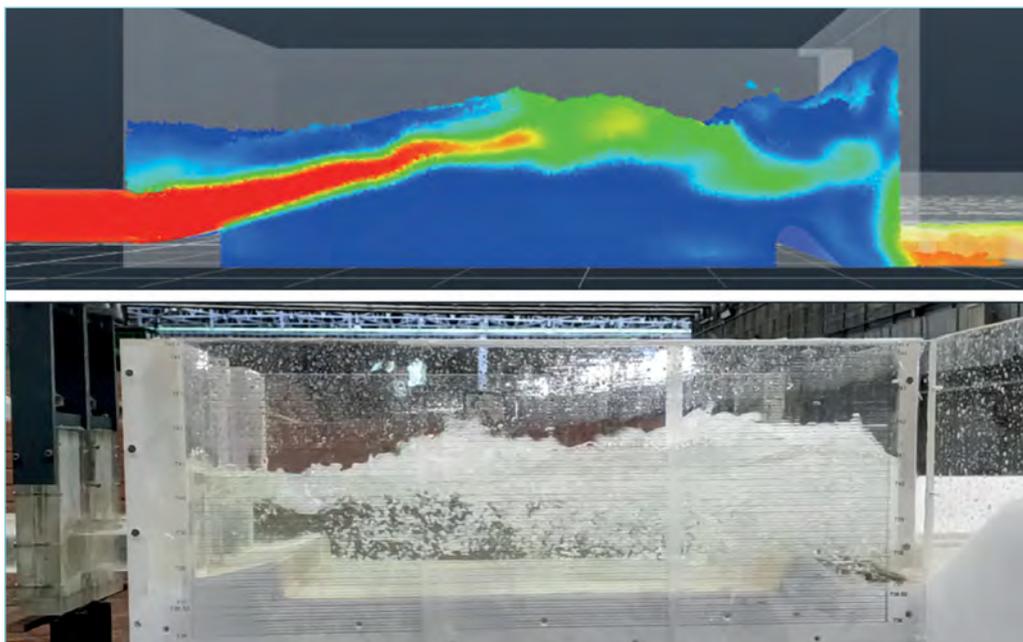
El CEH ha continuado prestando apoyo a la DGA participando como *National Focal Center* en el Programa ICP-Waters (*International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring Effects of Air Pollution on Rivers and Lakes*). Du-



Trabajos de campo conjuntos de técnicos de España y Portugal para la intercalibración de metodologías de estudio de indicadores de estado ecológico en masas de agua.

rante 2021 se ha promovido el inicio de una red piloto de seguimiento, para la que se han seleccionado tres estaciones de control en ecosistemas acuáticos de los Parques Nacionales de la Sierra de Guadarrama y de Cabañeros, lo que ha permitido empezar a disponer de los datos necesarios para estudiar la respuesta de estos ecosistemas al depósito de contaminantes atmosféricos.

La **asistencia técnica especializada** se ha prestado, principalmente, a la DGA y a algunas confederaciones hidrográficas. En 2021 se puso en marcha el encargo de la DGA para la asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico en materia de hidráulica continental. El encargo, que cuenta con un plazo de tres años, comprende el estudio, mediante modelación física y numérica, de 11 presas en ámbitos de distintas confederaciones hidrográficas. Durante este año se ha trabajado en las presas de Yesa y Terroba, en el Ebro, Pálmaces, en el Tajo, y Rumblar, en el



Estudio experimental del cuenco amortiguador del desagüe de fondo de la presa de Terroba mediante modelo numérico y físico.

Guadalquivir. En otra parte de esta Memoria se presentan con mayor detalle estos trabajos.

Adicionalmente, debido a su singularidad, la DGA ha encargado el estudio hidráulico en modelo físico a escala reducida del aliviadero de la presa de Arenós, que será objeto de una gran reparación para aumentar su capacidad de desagüe.

En 2021 se ha recibido otro encargo de la DGA para el estudio hidráulico del proyecto del interceptor de la zona norte de la ciudad de Murcia. Se trata de una estructura hidráulica singular que tiene como finalidad recoger los caudales de los cauces de esta zona de la ciudad y derivarlos, mediante una conducción soterrada con funcionamiento en lámina libre, hasta el río Segura. Dada la singularidad de esta estructura, el estudio persigue verificar, mediante el empleo de modelos físicos y numéricos, la idoneidad de la solución proyectada.



Embocadura y trampolín del modelo físico de la presa de Arenós.

También para la DGA se ha estudiado la calidad del agua del río Odiel en relación con el proyecto del embalse de Alcolea. Con la revisión bibliográfica realizada, y con los datos obtenidos de las redes de seguimiento de la Junta de Andalucía y de la Confederación Hidrográfica del Guadiana, se ha podido describir la evolución histórica reciente de la calidad de las aguas de la cuenca del Odiel y su relación con la actividad minera y otros aspectos ambientales.

Por su parte, la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir ha encargado el estudio de la influencia de la explotación de la presa de Marmolejo en la sedimentación del embalse y en la inundabilidad de Andújar. Este trabajo, que da continuidad a otros encargos previos de esta Confederación, persigue mejorar la seguridad de la población de Andújar frente a las inundaciones que se producen periódicamente.

La otra gran actividad de asistencia técnica especializada es la prestada a los programas del FCAS. En 2021 el trabajo ha consistido, principalmente, en la preparación de guías y manuales y en la orientación, supervisión y revisión de los proyectos desarrollados por el FCAS. Como actividades más destacables, se ha colaborado en la elaboración de una guía sobre la implantación de sistemas de tratamiento de aguas residuales en Bolivia; se ha realizado un estudio hidrodinámico de la estación de bombeo de Casablanca, en la red de saneamiento de La Habana, para su rehabilitación; se ha apoyado el proyecto de seguimiento ambiental del Covid-19 en las aguas residuales de Guatemala; se ha colaborado en la revisión del proyecto de la planta de tratamiento de aguas residuales de Lambaré, en Paraguay, y se ha colaborado con El Salvador en la revisión y desarrollo de su normativa sectorial. Además, entre las iniciativas de carácter regional se han elaborado las siguientes guías: *Análisis de nor-*

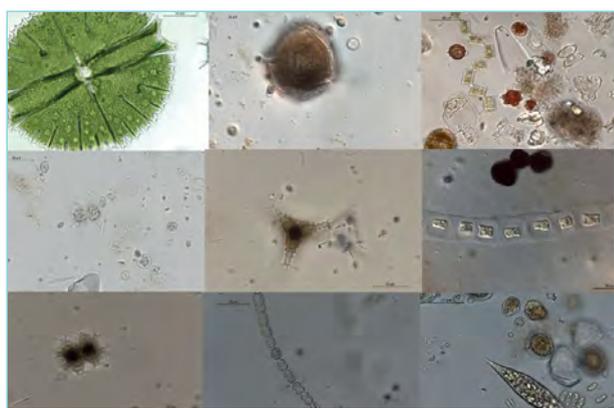


Publicaciones realizadas en el marco de los programas del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento.

mativas latinoamericanas sobre vertidos de poblaciones, Metodologías para la estimación de costos de tratamiento de aguas residuales en la planificación sectorial y Protocolos de pruebas de funcionamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales.

Este año ha comenzado una colaboración con el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, dependiente de la Comunidad de Madrid. El trabajo ha consistido en el estudio de varios humedales del Macizo de Peñalara para el seguimiento de su estado trófico y ecológico, con el fin de evaluar los cambios recientes ocurridos en el fitoplancton que podrían derivarse del cambio climático y de otras presiones. El estudio se ha completado con el análisis en el Laboratorio de Calidad de las Aguas de muestras tomadas en algunos de estos humedales, como apoyo a un programa experimental de tratamiento de anfibios afectados por infecciones fúngicas.

En el capítulo de **formación** se ha celebrado el XXXVIII Curso sobre Tratamiento de Aguas Resi-



Imágenes obtenidas mediante microscopio óptico de algunos taxones de fitoplancton de los humedales del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama.

duales y Explotación de Estaciones Depuradoras, y se ha impartido el Curso sobre Impacto del Cambio Climático en los Recursos Hídricos, organizado conjuntamente por el CEDEX y la Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas (FIIAPP), dirigido al personal técnico del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala. También se ha participado en el Curso sobre Gestión de Riesgos de Inundaciones, organizado por la Confederación Hidrográfica del Júcar, y en el Curso sobre Gestión de Protección Civil del Riesgo de Inundaciones en el Sur Peninsular, organizado por la Dirección General de Protección Civil y Emergencias.

Durante 2021 se han realizado en el CEH varias estancias formativas, acogiendo a dos estudiantes del IES Palomeras-Vallecas, un estudiante de la Universidad de Alcalá, tres estudiantes de la Universidad Complutense de Madrid y una profesora de la Universidad de Salamanca.

En cuanto a **transferencia de tecnología**, además de las publicaciones citadas y de la jornada de presentación del modelo Iber 3.0, se celebró en modalidad telemática la *Jornada sobre Los Lagos, Centinelas y Sensores de Cambios Globales, Prioridades en la Investigación y Gestión*, organizada conjuntamente por la IAHR, la DGA y el CEDEX. Se presentaron ponencias y comunicaciones en varios talleres, jornadas, seminarios y congresos y se atendieron diversas visitas institucionales y docentes, cuya relación detallada se puede consultar en los anexos de esta Memoria en su versión electrónica. Entre las visitas recibidas cabe señalar la de la delegación brasileña presidida por el ministro de Desarrollo Regional, al que acompañaron, entre otros, el



Visita del ministro de Desarrollo Regional de Brasil.

embajador de Brasil en España y la presidenta de la Agencia Nacional de Aguas y Saneamiento Básico.

Finalmente, en el marco de la **colaboración institucional** el CEH ha continuado participando en la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura, de la que forma parte desde su creación en 1978, y ha elaborado los informes mensuales de situación y de aplicación de la regla de explotación, a partir de los cuales se adoptan las decisiones de los volúmenes a trasvasar. Este año ha entrado en vigor la nueva regla, cuya actualización se ha basado en los estudios técnicos realizados en el CEH.

También se ha seguido participando en la Comisión de Normas de Grandes Presas que, tras la aprobación en 2021 de las normas técnicas de seguridad para las presas y sus embalses, se centra ahora en la seguridad de las balsas, y se ha formalizado la participación en la Sección de Hidrología de la Comisión Española de Geodesia y Geofísica.

Como hecho singular cabe destacar que en 2021 se suscribió un acuerdo entre el CEDEX y Francisco Javier Puerta Arrúe para la cesión y conservación de parte del legado del ingeniero agrónomo Ángel Arrúe Astiazarán, que formó parte del equipo del CEH en su primera época (1933-1936) y fue uno de los redactores del Plan Nacional de Obras Hidráulicas.

LABORATORIO DE INTEROPERABILIDAD FERROVIARIA



“2021: Año Europeo del Ferrocarril”

2021 se puede considerar como un año de transición en lo relativo a las actividades del Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX. En efecto, la actividad del laboratorio ha comenzado a transitar desde la etapa anterior, centrada en la ejecución de un gran número de pruebas de interoperabilidad del sistema completo ERTMS en las líneas españolas de alta velocidad en las que se ha instalado, a una nueva etapa mucho más dirigida a la I+D ferroviaria. Esto se debe principalmente al alto grado de participación del LIF en el partenariado europeo de I+D ferroviaria ERJU (*Europe's Rail Joint Undertaking*) al que nos referiremos más adelante.

Con la finalización en diciembre de 2020 de las pruebas de interoperabilidad de la línea Valladolid-Burgos para Adif, se cerraba una etapa en las que se han probado multitud de líneas ERTMS y casi 2.300 km de longitud vía en el laboratorio (tabla 1).

La madurez creciente del sistema ERTMS, así como la disminución en el ritmo de apertura de nuevas líneas de alta velocidad en España, da lugar a una disminución de las pruebas de puesta en servicio y, por tanto, de las pruebas en el laboratorio.

Es por ello que en 2021 el LIF inició un proceso de transición hacia una utilización de sus laboratorios dirigida más hacia nuevos proyectos de I+D, de acuerdo a lo marcado en el Plan Estratégico CEDEX 2020-2022, uno de cuyos vectores principales era la potenciación de la I+D. Afortunadamente, este proceso ha coincidido con que en 2021 se inició la creación de la empresa común europea ERJU (*Europe's Rail Joint Undertaking*), que será la que gestione y dirija conjuntamente la I+D ferroviaria europea durante el periodo 2022-2031.

El CEDEX, con Adif, Renfe Operadora e Ineco, presentó una candidatura para convertirse en miembro fundador de ERJU, resultando elegi-

← Un tren de alta velocidad en Europa
(Fuente: Shutterstock).

Tabla 1. Lista de líneas ERTMS probadas en CEDEX-LIF

Línea	Longitud (Km)	Suministrador de vía	Suministrador de ETCS embarcado	Año
Madrid-Lleida HSL	470	ANS (L1 y L2)	ANS, ALS, BTS, SIE	2004-2005
Barcelona Port- Mòllet-Figuères	160	THA (L1)	BTS, SIE	2009-2010
Madrid-Valencia-Albacete	450	SIE (L1 y L2)	BTS, SIE	2009-2010
Cercanías de Madrid (C4)	70	SIE, THA (L1 y L2)	ALS	2012-2013
Olmedo- Zamora	110	THA (L2)	BTS, ALS y SIE	2016
Valladolid-León. L2	270	ALS (L2)	BTS, ALS, CAF	2016-2017
Hand Over RBCs Venta de Baños	-	ALS y BTS (L2)	BTS, ALS, CAF	2017
Brussels- Airport L1	50	ALS (L1)	BTS y ANS (BL3)	2017
Haramain HSL (Meca-Medina)	460	SIE (L2)	ALS	2017-2018
Corredor Atlántico (Vigo-Coruña)	180	SIE, ALS, CAF (L1)	BTS, ALS, SIE	2018-2019
Antequera-Granada	100	SIE (L2)	ALS	2019
Dakar (Senegal)	90	THA (L2)	ALS (BL3)	2019
Valladolid-Burgos-León. L2	270	BTS (L2)	ALS, CAF	2020
Cercanías de Barcelona	80	ALS (L2)	ALS (BL3)	2020-

do por la Comisión Europea como uno de los 25 miembros fundadores en julio de 2021. A diferencia de lo ocurrido en el programa precursor de ERJU, Shift2Rail, en el que el consorcio del MITMA no fue seleccionado, en este caso se consiguió con éxito convertirse en miembro fundador, lo que asegura la participación del CEDEX (no solo del LIF, sino también del LG y LCEYM) en los proyectos europeos más relevantes de I+D ferroviaria en la próxima década.

2021 comenzó con la impartición de un curso ERTMS a la empresa finlandesa Proxion por parte del personal del LIF. Este curso impartido totalmente de forma telemática y en inglés, abre una vía de trabajo muy interesante debido a la necesidad que hay en toda Europa, y en todos aquellos países que fuera de Europa están instalando el ERTMS, de formación de personal especializado en el ERTMS. El curso fue muy bien evaluado por el alumnado, 28 personas, y se repetirá en el futuro para nuevos solicitantes.

El año también se inició con el cierre del proyecto europeo GATE4RAIL, en cuya conferencia final el CEDEX realizó una demostración muy interesante en la que un tren ERTMS equipado con una eurocabinas real en el LIF, circulaba de forma virtual sobre una línea en Cerdeña equipada con balizas virtuales referenciadas mediante Galileo. Esta demostración fue muy elogiada por los representantes de la Agencia Europea para el Programa Espacial, EUSPA (European Union Space Programm Agency) que asistieron a dicha conferencia final.

Casi en paralelo con la finalización del GATE-4RAIL, el LIF inició el siguiente proyecto europeo relacionado con el uso de Galileo en el ferrocarril, el proyecto RAILGAP en el que participa con Adif e Ineco y cuya reunión de arranque se celebró el 20 de enero de 2021. Este proyecto consiste en la utilización de sistemas multi-sensores para la localización precisa del tren y para realizar un inventario de activos ferroviarios de señalización,



Equipamiento de una dresina de Adif para el proyecto europeo RAILGAP (financiado por la EUSPA).

en el que se usarán además del Galileo (GNSS), sensores inerciales (IMU), cámaras de alta precisión y tecnología láser (Lidar).

El proyecto más relevante en cuanto a su proyección como laboratorio de certificación europeo fue la realización de la campaña completa de ensayos del equipo embarcado ERTMS de la empresa francesa Hitachi (antes Ansaldo) que equipará a la gran mayoría de los trenes franceses de alta velocidad. En efecto, entre febrero y mayo de 2021 se llevó a cabo la ejecución de la totalidad de las secuencias de *test* del Subset-076 (V3.1.0) que aplicaban al equipo embarcado de Hitachi (BI-STANDARD ERTMS/TVM V9.3B). La ejecución de más del 80 % de estas secuencias con el robot desarrollado por el equipo de desarrollo del LIF durante el periodo de confinamiento provocado por la pandemia, permitió cumplir con los plazos establecidos con el cliente y finalizar el trabajo en el tiempo récord de 4 meses. A modo de comparación, si de forma manual se ejecutaban 10 secuencias diarias o, lo que es lo mismo, 100 en dos semanas, la primera vez que se lanzó una

playlist de secuencias a ejecutar con el robot, las 100 secuencias se ejecutaron automáticamente durante una sesión de ensayos nocturna desde las 0:00 a las 8:00 h de la mañana.

En la segunda parte del año, el equipo de trabajo especialista en las especificaciones ERTMS se empleó en el diseño de los casos de *test* para las pruebas de compatibilidad del sistema ESC (*ETCS Compatibility Tests*), solicitadas por la rama italiana de la empresa Hitachi, responsable de equi-



Fotografía del TGV francés equipada con la eurocabina ERTMS certificada en el LIF.



Fotografía del tren Zefiro del operador italiano ILSA al que el LIF ha apoyado en las pruebas de compatibilidad del sistema (ESC) en vía.

par los trenes ERTMS del nuevo operador italiano (ILSA) que ha sido autorizado a circular por la red de alta velocidad española. Se diseñaron este tipo de ensayos para este operador cuya intención inicial era ejecutarlos en el laboratorio del CEDEX. Sin embargo, la decisión de Adif fue que se debían ejecutar en la vía y, en consecuencia, el LIF restringió su colaboración a la definición de los casos de prueba de las ESC, su ubicación en cada una de las líneas para las que quieren obtener el permiso de circulación y la asistencia a las primeras pruebas en vía en la LAV Madrid- Barcelona.

Una de las actividades más relevantes de la segunda parte del año fue la celebración en el CEDEX, organizada por del LIF, de la *Jornada sobre el Ferrocarril Interoperable y Sostenible que Vertebrará la Europa del Futuro*. Esta jornada, enmarcada dentro de la celebración del **Año Europeo del Ferrocarril**, contó con la presencia de, entre otros, la secretaria de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, de las presidentas de Adif e Ineco, del director ejecutivo de la ERA, del director general de UNISIG (entidad que agrupa a toda la industria de señalización), y de la directora del CEDEX.

En la jornada participó la totalidad del sector público ferroviario español en la sesión de mañana (Adif, Renfe, Cedex, Ineco, AESF y la Dirección General de Planificación Ferroviaria del MITMA), y del sector europeo y privado en la sesión de tarde (ERA, RFI, laboratorio alemán DLR y toda la industria europea y española, Ansaldo-Hitachi, Alstom, Bombardier, CAF, Thales, Siemens, Enyse, Indra y Talgo). La jornada tuvo un notable éxito de participación, ya que se celebró en formato mixto presencial/remoto, constituyendo de esta forma uno de los primeros eventos ferroviarios presenciales tras la pandemia, y poniendo de manifiesto la excelente salud del sistema ferroviario español y cómo España ha sido y sigue siendo uno de los países que más está contribuyendo a la construcción del espacio ferroviario único europeo.

Otras actividades realizadas por el LIF en 2021 son las que se enumeran de forma resumida a continuación:

- Ejecución en el laboratorio de Simulación de Tráfico del LIF de las pruebas ERTMS de Cercanías de Barcelona por la empresa Alstom.
- Participación en el Comité Nacional Técnico de Normalización sobre Hyperloop, ejerciendo la presidencia del CTN-326 de UNE.
- Participación en el Comité Europeo de Normalización de Hyperloop JTC-20 de CEN/CENELEC como cabeza de la representación española de UNE.
- Participación a petición del MITMA, como representante español, en las reuniones del grupo ERGO que, liderado por la EUSPA (Agencia Europea del Programa Espacial), promueve la utilización de Galileo en el ferrocarril.

- Asesoramiento técnico a la empresa ENYSE para el desarrollo de un RBC (Centro de Bloqueo por Radio) para el nivel 2 de ERTMS.
- Preparación de oferta de pruebas de la línea Maya (más de 1.600 km) que se equipará con el ERTMS en la península de Yucatán, en México.
- Continuación de los trabajos del grupo europeo de definición de los ensayos de ERTMS (Subset-076) para la nueva versión del ERTMS que se publicará en la actualización de la ETI de 2022.
- Participación en las reuniones de la Asociación Europea de Laboratorios Acreditados de ERTMS (EAL: ERTMS Accredited Labs), junto a otros cinco laboratorios europeos acreditados (DLR en Alemania, Multitel en Bélgica, RINA y ItalCertifer en Italia y LEF en Francia).
- Continuación de los trabajos preparatorios con Adif, la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, Renfe Operadora e Ineco para la creación en el LIF del Laboratorio Nacional de ERTMS.
- Renovación en septiembre de 2021 de la Acreditación de ENAC.
- Evaluación junto con otros centros/laboratorios del CEDEX de proyectos sobre movilidad sostenible para su financiación mediante el PRTR (Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia).
- Mantenimiento de diversas reuniones con el CDTI para la construcción, mediante el procedimiento de Compra Pública Innovadora, de la Pista de Ensayos del Hyperloop entre las localidades castellano-manchegas de Argamasilla de Alba y Alcázar de San Juan.
- Participación en el proyecto europeo Eulinx de normalización y estandarización de las interfases de los sistemas ferroviarios de señalización.
- Preparación con ADIF del proyecto de ERTMS Regional que, financiado con fondos europeos del PRTR (15 M€), permitirá el despliegue de ERTMS de bajo coste y con Galileo en una línea piloto de la red convencional de ADIF.
- Colaboración con los ferrocarriles fineses para el proyecto de Digitalización del Ferrocarril y Despliegue del ERTMS en Finlandia.



Jornada ferroviaria celebrada en el CEDEX en noviembre de 2021.

CENTRO DE ESTUDIOS DE PUERTOS Y COSTAS



“En 2021, el Centro de Estudios de Puertos y Costas ha mantenido un alto nivel de actividad pese a dificultades sin precedentes”

Dentro del CEDEX corresponde al Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC) el cumplimiento de funciones estatutarias en costas y puertos, mar y navegación. Durante 2021 el CEPYC ha continuado trabajando con el objetivo principal de proveer servicios basados en ciencia y tecnología a las unidades del MITMA y MITERD con competencias en esos medios y actividades.

El centro debe poner a disposición del sector, con implicación activa de sus clientes, capacidades avanzadas, complementarias e integradas, mediante equipos humanos especializados en ingeniería, ciencia básica y aplicada, potenciados con instalaciones de primer nivel permanentemente actualizadas y contando también con los recursos de otros centros de CEDEX y la colaboración de otras entidades.

Compartiendo las dificultades comunes derivadas de la extensión de la pandemia de la Covid-19 a lo largo de 2021 con diferentes intensidades y limitaciones, el centro ha sufrido además una **catástrofe**

disruptiva: el colapso de la cubierta de la nave de ensayos del Laboratorio de Experimentación Marítima (LEM) durante la tormenta de nieve Filomena. La carga excepcional de nieve provocó la rotura de elementos de las dos vigas en celosía principales de 115 m de luz de la estructura, sufriendose grandes deformaciones y una destrucción irreparable de la propia cubierta. Esta situación ha conllevado la clausura completa del Laboratorio y la limitación casi total, recomendada por nuestros servicios técnicos, de uso del edificio de oficinas hasta finales del mes de septiembre de 2021.

En estas circunstancias, y con la colaboración de toda la organización, las prioridades han sido desde el primer momento promover el expediente para **garantizar la seguridad exterior** frente a posibles evoluciones de la avería, y **recuperar las capacidades experimentales** del centro mediante la reparación de las instalaciones dañadas. Y, simultáneamente, **asegurar la continuidad del trabajo** con un mínimo impacto sobre las actividades en ejecución y nuevos trabajos a desarrollar.

La experiencia adquirida durante el periodo previo de confinamiento en teletrabajo ha permitido mantener un elevado nivel de actividad apoyando a las diferentes entidades y, a través de ellas, a la sociedad en general, lo que queda plasmado objetivamente en los **78 informes emitidos en el año** en respuesta a peticiones diversas de colaboración bajo diferentes instrumentos.

Para la **Dirección General de la Costa y del Mar** (DGCM), y en el marco de la encomienda de servicio técnico vigente, se ha trabajado en las diferentes líneas de actividad estipuladas.

Una de las más destacables es el capítulo “Estudios de Ingeniería de Costas”, incluyendo notas técnicas sobre cuestiones planteadas, análisis de situaciones, propuestas de actuación en tramos costeros de diferente entidad y complejidad, así como trabajos experimentales orientados a problemas concretos y a la evaluación de soluciones para situaciones tipificadas.

Se pueden mencionar, entre otras, las notas técnicas relativas a las “consecuencias de la no ejecución de actuaciones propuestas en la Estrategia de Actuación en el Maresme, en la Playa de Ocata del T.M., de Masnou (Barcelona)”; o sobre el “efecto de la borrasca Filomena en el borde costero del delta del Ebro (Tarragona)”. Se ha realizado un estudio de ordenación del frente litoral de la ensenada de la Albufereta (Alicante) y se han finalizado dos planes: el Plan para la protección del borde litoral del mar Menor (Murcia) y el Plan para la protección del litoral del Delta del Ebro; el soporte ha incluido análisis de alegaciones recibidas en consulta pública y reelaboración, en su caso, del respectivo plan.

Con la actividad experimental mediante modelos físicos a escala reducida, interrumpida temporalmente en el centro, se ha finalizado el estudio experimental iniciado en 2020 de los rebases provocados por el oleaje en el paseo marítimo de la segunda playa del Sardinero (Santander). Igualmente, se han elaborado informes específicos de los trabajos experimentales de ensayo del funcionamiento de espigones cortos en modelo físico de fondo móvil en el tanque de oleaje multidireccional y de los trabajos en modelo físico 2D de gran escala con fondo móvil de operaciones de reperfilado de playas para la protección frente a inundaciones costeras debidas a temporales de oleaje, 2ª fase. Estas líneas de investigación con el objetivo de generar directrices de diseño de acciones para la lucha contra la erosión y la protección frente a inundaciones costeras serán continuadas cuando se recuperen las capacidades experimentales en el centro.

Las medidas en la naturaleza son otra componente esencial de los estudios del medio costero. En 2021 se ha trabajado en el seguimiento de diversas playas mediante levantamientos topo-batimétricos. Tal es el caso de Costa Ballena (Cádiz), diversas playas de la provincia de Huelva, y las playas de Salinas (Asturias) y Laredo (Santander). El análisis comparado de sucesivos levantamientos permite evaluar la dinámica evolutiva de la costa. Complementariamente a las medidas directas, las medidas mediante sensores remotos son útiles potencialmente en el entorno costero y marino: a lo largo de 2021 se ha continuado desarrollando un proyecto de investigación sobre técnicas de medida remota y monitorización de zonas costeras, reportando a la DGCM sobre sus aplicaciones a la gestión de la costa.

Desde el punto de vista del soporte a las actuaciones de la DGCM hay que mencionar la pro-



Delta del Ebro tras el temporal Gloria.

puesta de directrices de aceptabilidad de áridos para aporte a playas y, asociada a esta, la identificación en colaboración con el IGME de zonas afectadas por anomalías geoquímicas en el litoral español en relación con esa aceptabilidad de materiales para aporte a playas, en su 1ª fase. También en apoyo a las actuaciones, es destacable el análisis de actividades de extracción de arenas en yacimientos submarinos del frente costero de Barcelona y Gerona y su posible interacción con la actividad pesquera.

Un aspecto relevante de la colaboración del CEDEX con la DGCM es la implementación de las directivas europeas de protección ambiental. En 2021 han finalizado los trabajos de diagnóstico de sectores, usos y actividades en las cinco demarcaciones marinas, analizando la situación actual y las previsiones e interacciones para la elaboración de las propuestas de planes asociados a la Directiva de Planificación Espacial Marina. Asimismo, se ha prestado apoyo en el proceso de consulta y participación pública de los correspondientes Planes de Ordenación del

Espacio Marítimo (POEM) para cada una de las Demarcaciones.

La aplicación de las estrategias marinas, en su segundo ciclo (2018-2024) en desarrollo de la legislación europea y nacional, es otro aspecto destacable en este apartado: en 2021 se han presentado los informes relativos a la evaluación de ruido submarino asociado a la navegación en las demarcaciones marinas, se ha reportado el programa de seguimiento de micropartículas en playas para la elaboración del indicador correspondiente y se ha realizado una investigación sobre los procedimientos para estimar los aportes de microplásticos vertidos al mar por ríos, así como la actualización de los programas de seguimiento de actividades humanas y presiones.

También, en apoyo a la implantación de directivas se señala el desarrollo, para la DGCM, del sistema INFOMAR, sistema de información geográfica del medio marino que ha quedado a disposición del público en general y que integra un elevado número de capas de información relati-

va a las directivas citadas, así como a la Directiva Marco del Agua y a la de Riesgos de Inundación, incluyendo soporte cartográfico de entidades como el Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM) y el Instituto Geográfico Nacional (IGN). Simultáneamente se ha llevado a cabo la actualización de la aplicación Ribera de soporte al Plan Estatal de Protección de la Ribera del Mar contra la Contaminación marina accidental. Y por último se ha trabajado en la unificación de los procesos de notificación de datos marinos y costeros para diferentes programas europeos.

El centro apoya la participación en convenios internacionales para la protección de la costa y del mar elaborando informes nacionales, como los correspondientes a los vertidos al mar de materiales dragados para los Convenios de Londres y OSPAR, realizando otras actividades para OSPAR (informe de aportes desde ríos y descargas directas) y para el de Barcelona, así como de seguimiento y evaluación de basuras marinas.

En relación con las Zonas de Especial Conservación (ZEC) marinas de gestión estatal, se han elaborado las documentaciones de usos y actividades de nueve Lugares de Interés Comunitario (LIC), y se ha realizado un análisis de tráfico marítimo y riesgo de colisiones con cetáceos en el corredor de migración de cetáceos del Mediterráneo. Este trabajo tendrá continuación en 2022 en el contexto de la propuesta a la Organización Marítima Internacional (OMI) de una Zona Marina Especialmente Sensible (ZMES) del Mediterráneo Noroccidental por parte de Italia, Mónaco, Francia y España.

Para la **Oficina Española de Cambio Climático**, OECC, se ha continuado avanzando en los trabajos encargados dentro del Plan de Impulso al

medio ambiente para la adaptación al cambio climático en España, Plan PIMA ADAPTA-Costas, informándose sobre las tareas de la primera parte del trabajo.

Para la entidad **Aguas de las Cuencas del Mediterráneo**, ACUAMED, la actividad ha estado centrada, en la ejecución del encargo vigente en relación con los vertidos de plantas desaladoras en explotación, realizando un informe sobre el Plan de Vigilancia Ambiental de la desaladora de Torre Vieja y propuesta de su revisión habida cuenta de la experiencia acumulada en el periodo 2015-2018. Asimismo, se ha evaluado la predicción necesaria para evitar efectos adversos de las salmueras de la EDAM de Carboneras (Almería) donde este vertido se mezcla con las aguas de refrigeración de una central térmica.

El servicio a **Puertos del Estado** y las Autoridades Portuarias de Titularidad Estatal son una de las principales actividades del Centro desde sus inicios como Laboratorio de Puertos en la década de 1940. A lo largo de 2021 se ha trabajado en los temas del encargo vigente con Puertos del Estado, en el que se cuenta con la participación también de otras unidades del CEDEX: CETA, LCEYM y LG, y en otros trabajos encargados por Autoridades Portuarias y Puertos del Estado. Para Puertos del Estado y en el capítulo de experimentación continuada se ha elaborado el inventario anual de materiales dragados en los puertos españoles. El capítulo más amplio, de **Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)** incluye tres subapartados: Infraestructuras, Explotación y Sostenibilidad.

En el primero se ha presentado un informe parcial del estudio de evolución de averías en diques en talud quedando la actividad suspendida tempore-



Trabajos de campo próximos a la desembocadura del río Ebro para la estimación de aporte de microplásticos desde los ríos al mar.

ralmente. El subpartado de I+D+i, **Explotación**, ha sufrido el impacto del modo de funcionamiento del centro en 2021 en cuanto al estudio de criterios de operatividad de buques atracados con aplicación en el puerto de las Palmas; se ha emitido un informe parcial y se espera poder continuar la actividad en 2022. Además, se ha continuado trabajando en los análisis de riesgo asociado a tráfico y maniobras utilizando datos AIS y simulación con el objetivo de proponer revisiones de la instrucción ROM 3.1-99, en el estudio general de condiciones de fondeo de buques y se ha iniciado la actividad en el desarrollo del Plan Nacional de adaptación al Cambio Climático para el subsector portuario.

En el subpartado de **Sostenibilidad** se ha trabajado con mucha intensidad en la puesta a punto de una metodología de estimación en tiempo

real de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en entornos portuarios, colaborando con Puertos del Estado en su implementación en los sistemas de información del Organismo Público. Se ha avanzado también en la identificación de anomalías geoquímicas desde la perspectiva de la gestión de materiales dragados produciéndose un informe parcial que ha detectado como susceptibles a estos efectos los puertos de Avilés, Cartagena, Almería, Málaga y Arrecife.

Entre los trabajos para **Autoridades Portuarias** con soporte de Puertos del Estado, destacan los dirigidos a Puertos de Baleares: Clima y agitación interior provocada por el oleaje (modelado numérico) y estudio de condiciones límite de acceso y salida de grandes buques –cruceiros, ferris, petroleros- en la dársena de Botafoch del puerto de Ibiza, y para el de Palma, el estudio de seguridad y operatividad



Puente principal de simulación. Acceso de un crucero de 330 m al puerto de Ibiza.

en una configuración de la dársena SW y el de impacto paisajístico del Plan Director del Puerto de interés en la relación puerto-ciudad. Asimismo, se ha trabajado en el puerto de Alcudia sobre sedimentación e interacción con el entorno costero.

Para el puerto de Avilés se ha desarrollado un conjunto de trabajos relativos a la gestión sostenible de sus dragados, emitiéndose informes sobre hidrodinámica, dinámica sedimentaria y caracterización, incluyendo su presentación pública en Avilés ante la Autoridad Portuaria, Puertos del Estado, la DGCM y autoridades de los municipios del entorno y del Principado de Asturias. A su vez se reportó el estudio en modelo físico a gran escala de la baliza del Puerto de Pasajes dañada por un temporal; este estudio se está complementando con una actividad numérica de investigación por el CEDEX. En el puerto de San Cibrao (Ferrol) se han estudiado las condiciones de operación en su fondeadero, y en Ceuta se ha realizado un estudio para la remodelación de la dársena de embarcaciones auxiliares. De forma independiente se ha

trabajado para la Autoridad Portuaria de Huelva mediante experimentación física y numérica orientada al desarrollo práctico de la técnica de depósito de materiales dragados en fondos marinos recubiertos con materiales limpios.

En 2021 la **Dirección General de la Marina Mercante (DGMM)** ha realizado un nuevo encargo a CEDEX de actividades a desarrollar por el CEPYC en el periodo 2021-2023, incluyendo trabajos sobre seguridad de operaciones náuticas y de mercancías a granel, aplicabilidad de productos de lucha contra la contaminación, y de evaluación cuantitativa e inventariado de las emisiones de GEI durante la navegación comercial en el ámbito de las aguas sobre las que España ejerce algún tipo de jurisdicción, del orden de 1.500.000 km². En este año se han emitido ya dos informes relativos a la seguridad de sendos tipos de carga no tipificada, dos relativos a solicitudes de homologación de productos absorbentes y uno sobre un rompedor de emulsiones. Simultáneamente, se han iniciado trabajos sobre las condiciones de operación en el fon-

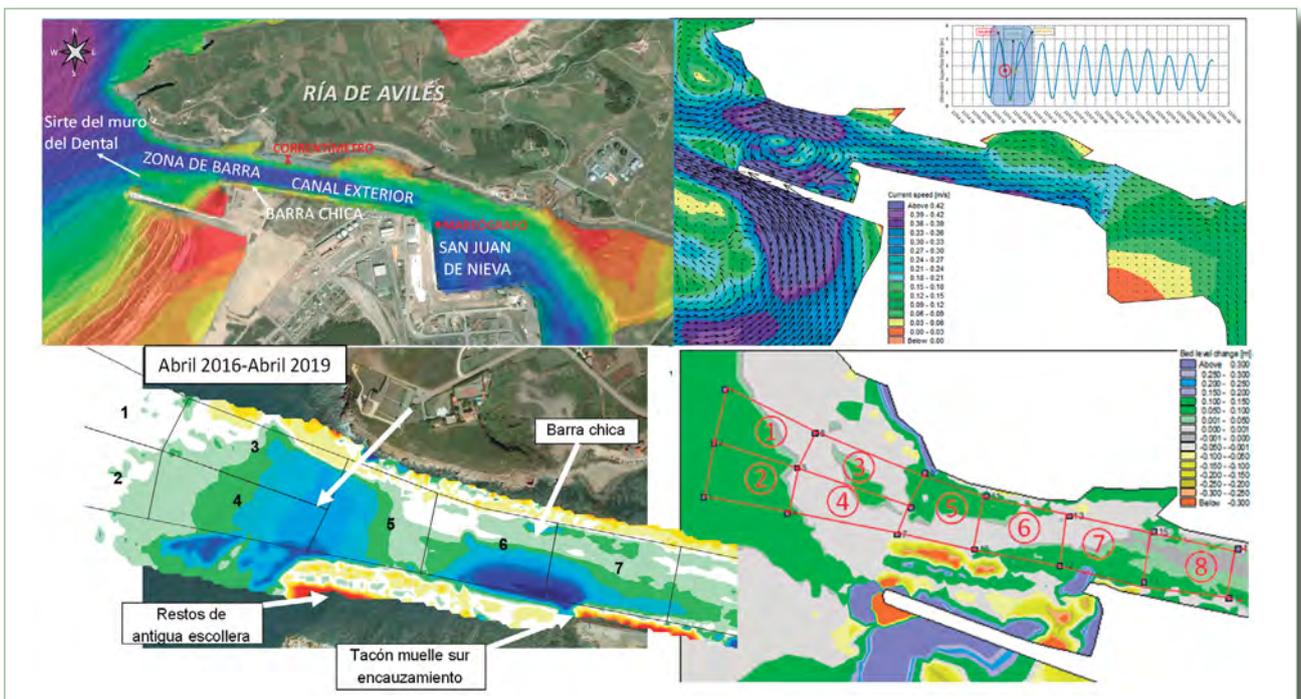
deadero de Sanlúcar y los de puesta a punto de los procedimientos para la evaluación de emisiones.

El centro presta también apoyo a la **Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos** (CIAIM) mediante estudios de condiciones de meteorología marina y atmosférica y de maniobrabilidad durante la ocurrencia de accidentes, como apoyo a los trabajos de los investigadores de la Comisión. En 2021 y a través del encargo establecido se ha realizado un estudio de simulación de la maniobra de desatraque del portacontenedores MSC Mia de 23000 TEU en el puerto de Valencia el 13 de septiembre de 2020, así como del accidente del pesquero Sempregueto.

Las especiales circunstancias de la actividad a lo largo del año han otorgado gran importancia a las reuniones internas de presentación de trabajos que comenzaron a desarrollarse en el último trimestre de 2020. Durante 2021, se han

celebrado diecisiete reuniones que han servido para compartir conocimiento y dialogar sobre las actividades del centro, incluyendo además sesiones de presentación por parte de Puertos del Estado, DGCM, DGMM y CIAIM, lo que nos ayuda a mantener la sintonía y orientar las estrategias compartidas con sus necesidades a medio plazo.

Por último, hay que destacar que la actividad del centro depende de un proceso de aprendizaje constante en contacto con los focos internacionales de conocimiento sobre nuestras materias. Este contacto requiere la participación en foros, grupos de trabajo, organizaciones científicas y congresos en materias de la especialidad. En los últimos meses de 2021 se ha comenzado a recuperar la participación presencial en estas reuniones, y se espera que a lo largo de 2022 se avanzará hacia la normalidad, conservando todo lo aprendido y las oportunidades que ofrece el contacto telemático.



Dinámica sedimentaria de la ría de Avilés. Comparación con medidas de campo.

CENTRO DE ESTUDIOS DE TÉCNICAS APLICADAS



“Cuidamos la casa común actuando frente a los grandes retos ambientales”

En 2021, el Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas (CETA) ha desarrollado una notable actividad en el estudio y caracterización de las afecciones y los riesgos naturales o inducidos por la actividad humana y, en particular, la obra pública, sobre el medio ambiente.

La extensa tipología de infraestructuras y la complejidad y multiplicidad de los impactos que generan, conduce al CETA a centrarse en tres líneas principales: **i) la respuesta frente a los grandes retos medioambientales**, principalmente la lucha frente al cambio climático y el uso eficiente de los recursos mediante la aplicación de la economía circular; **ii) el análisis de impactos específicos** como son el ruido y la contaminación atmosférica, los impactos sobre las aguas superficiales y subterráneas, la fragmentación de hábitats y las actuaciones de ingeniería civil tanto en ecosistemas de ribera como en el borde costero; y **iii), la propuesta de medidas para la mitigación de los impactos y**

el seguimiento de la calidad de los ecosistemas, definiendo políticas de reducción de gases de efecto invernadero en distintos ámbitos, la restauración ecológica de los ecosistemas, pasando por los procedimientos regulados en la evaluación ambiental de proyectos y estrategias, hasta el seguimiento del estado de los ecosistemas, destacando singularmente el análisis de su calidad radiológica.

Una parte significativa de las actuaciones ha estado centrada en dar atención a las necesidades y del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) y del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD), cumpliendo así una de las funciones principales del CEDEX. Asimismo, se ha puesto el foco en el cumplimiento de los objetivos del Plan Estratégico CEDEX 2020-2022 (PEC 2020-2022), al contribuir en su papel de asistencia al sector en su sentido más amplio.

← Imagen tomada con dron de una isla en el río Duero en el marco del proyecto DRAINAGE.

Entre las actuaciones de respuesta frente a los grandes retos medioambientales, destacan las relativas a la lucha frente al cambio climático a partir de nuevas herramientas que optimicen la gestión de las infraestructuras portuarias. Estos proyectos, se enmarcan en una encomienda con Puertos del Estado y plantean metodologías que facilitan la gestión de los espacios portuarios por las administraciones competentes. En esta línea, destacan SAMOA2 y el seguimiento de las emisiones de buques en tiempo real. Ambos proyectos están destinados a optimizar la gestión de las operaciones susceptibles de generar emisiones contaminantes o de gases de efecto invernadero (GEI) en cada puerto, ya sea en las operaciones de carga y descarga principalmente, o la operativa de los buques. La participación de las Autoridades Portuarias en ambos proyectos es directa, vía encuestas. En ellos se están aplicando metodologías como las EMEP/EEA (*European Monitoring and Evaluation Programme*, de la Agencia Europea de Medio Ambiente) y otras elaboradas en el CEDEX. En estos trabajos se colabora con el

Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC) del CEDEX y otras entidades. En paralelo a estos proyectos, y también para Puertos del Estado, se está desarrollando un proyecto para el cálculo y la gestión de la huella de carbono. En 2021 se han desarrollado dos líneas, una para recoger criterios de compra pública con el concepto de huella de carbono y otra con el cálculo de huella de carbono del puerto de Sevilla.

Estas herramientas repercuten en un mejor servicio a la sociedad, al contribuir decididamente a la reducción de la contaminación y la emisión de GEI generados en los puertos y, por ende, a la mejora de la calidad del aire en los núcleos urbanos próximos.

También se ha contribuido a la consecución de las estrategias de adaptación de las infraestructuras de transporte terrestre frente al cambio climático. Así, en el ámbito de las carreteras, se está participando en un extenso grupo de trabajo en el marco de la Asociación Técnica



Cuadro de medidas para hacer frente a los retos medioambientales.

de Carreteras (ATC). Con esta participación se da cumplimiento a uno de los objetivos principales del PEC 2020-2022, como es la transferencia de conocimiento en colaboración con otros agentes públicos y privados.

Continuando con las actuaciones de respuesta frente a los grandes retos medioambientales, destacan las relativas a la economía circular, donde se está trabajando en el establecimiento de indicadores de medidas de circularidad.

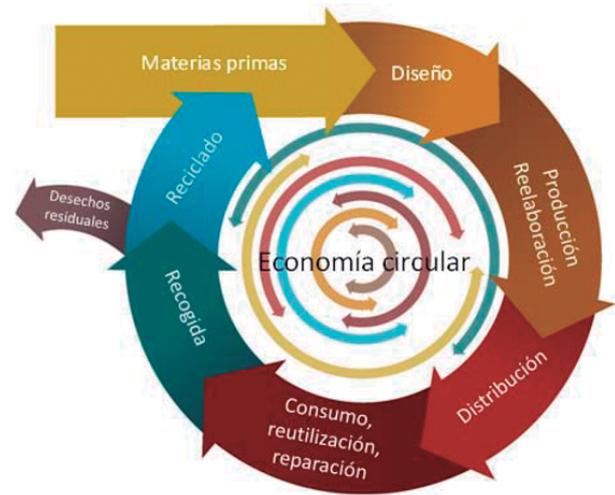
La economía circular supone un sistema cuyo objetivo es maximizar los recursos disponibles, haciendo que permanezcan el mayor tiempo posible en el ciclo de producción y consumo, alargando la vida del producto, reutilizándolo y, finalmente, empleando los residuos generados como materia prima de forma que se reduzca la generación de residuos. Para ello, es necesario potenciar la durabilidad y sustitución de los productos y estos deben estar diseñados para su reciclado y una mayor vida útil, fomentando su reparación.

Los beneficios para la sociedad que reporta la economía circular repercuten en todos los actores relacionados con el mercado, cuya participación es imprescindible para llevar a cabo la transición. Es necesaria, por tanto, la implicación tanto administrativa como social en todos los estamentos: ciudadanía, administración pública y sector privado.

Para saber que las acciones que se desarrollan se ajustan a la esencia del nuevo paradigma, es necesario disponer de indicadores que puedan cuantificar la medida de la circularidad, de tal forma que puedan monitorearse la implementación de las distintas medidas y sus resultados, para evitar que la transición quede bloqueada en rutas ineficaces.

Para llevarlo a cabo, en 2020 la Comisión Europea desarrolló el Plan de Acción de Economía Circular, que incluye iniciativas a lo largo de todo el ciclo de vida de los productos, partiendo de su diseño y promoviendo la generalización de los procesos de economía circular.

El enfoque de la circularidad está imbricado en el paradigma de la sostenibilidad, el cual tiene una visión integradora de las relaciones dinámicas entre naturaleza, economía y sociedad. Así, el primer paso para la sostenibilidad pasa por implantar un modelo de economía circular para poder conseguir la disociación entre crecimiento económico e impacto ambiental.



Esquema de funcionamiento de la economía circular.

A nivel nacional, la Estrategia Española de Economía Circular (EEEC), España Circular 2030, sienta las bases para impulsar el nuevo modelo de producción y consumo. Para llevarla a cabo se ha desarrollado el I Plan de Acción de Economía Circular como instrumento ordenado de las medidas dispuestas.

Estos trabajos quedan comprendidos en las líneas de consecución de una industria sostenible, innovadora y eficiente. En cuanto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la economía circular presenta una relación directa con los siguientes objetivos: 6, por la gestión sostenible del agua; 8, por promover un crecimiento económico sostenible; 9, al promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación; y 12, al promover modelos de consumo y producción sostenibles. Indirectamente, también contribuye a la consecución de los objetivos 13, 14 y 15, al ser parte de las medidas para combatir el cambio climático y promover el uso y la gestión sostenible de los ecosistemas marinos y terrestres.

Entre los trabajos destinados al análisis de impactos específicos, destacan los que se centran en el ruido ambiental. Los trabajos de análisis del ruido ambiental, en consonancia con el PEC 2020-2022, contribuyen a la mejora de la salud y bienestar de los ciudadanos (ODS 3) frente a la contaminación acústica, reduciendo el impac-

to del ruido en ciudades, y el provocado por las grandes infraestructuras de transporte.

También se contribuye al objetivo de desarrollo del personal contratado de I+D+i y de alumnos en prácticas, mediante actividades de evaluación y gestión del ruido relacionadas con la ordenación del territorio, y la planificación y gestión de las infraestructuras de transporte.

Gran parte de los trabajos se orientan a la elaboración de metodologías de evaluación y comunicación de datos ambientales en cumplimiento de las Directivas de Ruido (END) y de Infraestructuras de Información de Datos Espaciales (INSPIRE), actuando el Área como centro de referencia nacional para la Administración General del Estado, las comunidades autónomas y las entidades locales, y participando en grupos de ruido de la Comisión Europea.

Las actuaciones que se han desarrollado a lo largo de 2021 en materia de Ruido Ambiental son nu-



Mapa de ruido para Madrid-ciudad.

merasas y tienen como eje central dar servicio al Sector, contribuyendo a las estrategias y planes tanto del MITMA como del MITERD. Entre estas actuaciones cabe destacar el apoyo al MITERD para la creación del Panel de Autoridades Competentes (AA CC) del Reino de España en materia de ruido, en el cumplimiento de la END por parte de las AA CC, en las reuniones del Noise Expert Group y del Noise Regulatory Committee y en las reuniones con las AA CC.

Asimismo, se ha procedido a la mejora del Sistema Nacional de Información sobre Contaminación Acústica (SICA), promoviendo su evolución hacia una infraestructura de datos espaciales nacional de ruido ambiental, en cumplimiento de INSPIRE.

También se ha dado apoyo a la Comisión Europea en el diseño de las directrices para la elaboración y comunicación de Mapas Estratégicos de Ruido (MER) y Planes de Acción contra el Ruido (PAR), la elaboración de instrucciones para la aplicación del método común europeo de evaluación del ruido (CNOSSOS-EU), la participación en la jornada técnica sobre ruido para la adaptación a CNOSSOS-EU, organizada por la Sociedad Española de Acústica, y, finalmente, en el diseño y puesta en marcha del repositorio común Repornet 3.0 en el ámbito del ruido ambiental.



Se están comenzando también trabajos de I+D+i relacionados con desarrollo de la Ley del Ruido y la evaluación del ruido en ecosistemas naturales.

Estos trabajos sobre ruido ambiental tienen una profunda repercusión en la sociedad, ya que suponen la base para la evaluación del ruido que afecta a gran parte de la población, y el establecimiento de medidas correctoras en los distintos modos de transporte, principales emisores acústicos.

Un aspecto esencial de la vigilancia ambiental

aplica a los parámetros de calidad radiológica del agua. En 2021 se ha mantenido un encargo del Consejo de Seguridad Nuclear para la vigilancia radiológica ambiental del medio acuático a través del laboratorio de Aplicaciones Isotópicas. Este encargo se aplica a la Red Nacional de Aguas Continentales y Aguas de Transición, Costeras y Marinas en cumplimiento del tratado internacional de EURATOM.

Desde este laboratorio se realiza, en colaboración con el Laboratorio de Geotecnia del CEDEX, la evaluación y diagnóstico de emplazamientos de residuos, con estudios sobre su estabilidad, y el confinamiento y transporte de contaminantes, contribuyendo así a las estrategias de protección del agua que llevan a cabo las Confederaciones



Hidrográficas y la integración de esfuerzos con los departamentos de Medio Ambiente de las comunidades autónomas para la gestión de residuos.

En apoyo a la gestión de infraestructuras hidráulicas que se requiere desde las Confederaciones Hidrográficas se buscan las soluciones posibles a problemas de estanqueidad de embalses mediante la aplicación de técnicas de trazado con isótopos ambientales. Estas técnicas permiten evaluar el tiempo de residencia del agua en los acuíferos del entorno de las presas, identificar su origen y conexión con las aguas de los embalses y mejorar la evaluación de los recursos hídricos y la protección de su calidad.

En este campo, y en colaboración con el Centro de Estudios Hidrográficos (CEH) del CEDEX, se ha desarrollado un estudio de los contaminantes orgánicos persistentes y emergentes, para mejorar las técnicas de trazado en problemas de conexión entre las aguas superficiales y las aguas subterráneas. Estas metodologías, en un futuro



próximo, se irán consolidando en los trabajos de consultoría de unidades y laboratorios especializados en estudios sobre calidad de las aguas subterráneas, prestando un servicio al Sector y a las administraciones hidráulicas.

Desde el CETA, también en 2021, se han impulsado los trabajos encaminados **a la propuesta de medidas para la mitigación de los impactos. Se pueden destacar los trabajos dirigidos a aumentar los conocimientos sobre el impacto del tráfico de las carreteras sobre los insectos** en general y los polinizadores, en particular. Al comienzo de la primavera se realizaron nuevos ensayos para valorar el funcionamiento del colector de insectos diseñado por el CEDEX.

Con estos trabajos se gana en conocimiento sobre el problema emergente del declive de los insectos y se ofrecen referencias al MITERD para dar respuesta a los objetivos planteados en la Estrategia Nacional para la Conservación de los Polinizadores, entre cuyas medidas, en relación con los impactos de las infraestructuras, destaca la *B.2.2. Elaborar directrices técnicas para la conservación de los polinizadores y de sus hábitats en el entorno de infraestructuras de comunicación, transporte, energía y otros servicios*. Estos trabajos también están dirigidos al desarrollo de personas y equipos, contribuyendo al desarrollo de Trabajos de Fin de Máster y de Grado de alumnos de diferentes universidades que buscan completar su experiencia universitaria con trabajos experimentales, estudiando problemas ambientales de gran actualidad.

Toma de datos en el río Duero, aguas arriba de Zamora.

La Restauración Ambiental representa un paso más en la propuesta de medidas para la mitigación de los impactos derivados de la actividad humana. En esta línea, una de las principales actividades ha consistido en el seguimiento de los efectos de los regímenes de caudales ecológicos fijados en los planes hidrológicos de cuenca y de su relación con los ecosistemas. Estos trabajos se han realizado para la Dirección General del Agua (DGA) en el marco del programa de trabajo que está desarrollando el CEDEX. Se contribuye así, en primer lugar, a la gestión racional y sostenible de los recursos hídricos, cumpliendo con el objetivo estratégico de servicio a la sociedad. Y en segundo lugar, a la aplicación del modelo de estudio DPSIR (*Drivers, Pressures, State, Impacts and Responses*), basado en la relación causa-efecto, y que constituye uno de los retos actuales del MITERD para describir las interacciones entre la actividad humana y el medio ambiente.

Asimismo, han comenzado las tareas de soporte a la DGA en el seguimiento de los efectos del cambio climático en las Reservas Naturales Fluviales (RNF) a través de la asesoría para la implementación de una red de seguimiento. Esta actividad se engloba en el Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático en España (Plan PIMA Adapta) AGUA, que a su vez se enmarca en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) del MITERD, para adoptar medidas de gestión y adaptación en las RNF ante los posibles efectos del cambio climático, y contribuye a los ODS 6, 13 y 15.

Por último, en este año ha finalizado el proyecto *Drainage* para la gestión integral de los ries-



Reserva natural fluvial del río Iregua.

gos de inundación. Este proyecto, en línea con las metas de los ODS 6.5, 9.1, 11.4, 11.5 y 11.B, persigue mejorar la resiliencia de las zonas urbanas y periurbanas ante inundaciones mediante el diseño de infraestructuras verdes compatibles con la gestión sostenible de los recursos hídricos y el buen estado de las masas de agua. De este modo, se avanza en la mejora del conocimiento que ayudará al MITERD y a los organismos de cuenca en la revisión de los próximos Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI).

Esta actividad se ha visto complementada por la asistencia a diferentes jornadas y seminarios de relevancia nacional e internacional, y mediante la publicación de un artículo en una de las revistas más prestigiosas en el ámbito de la restauración ambiental, cumpliendo con otro de los objetivos del PEC 2020-2022: el desarrollo de personas y equipos, en especial del personal contratado I+D+i.

LABORATORIO CENTRAL DE ESTRUCTURAS Y MATERIALES



“En el Laboratorio Central de Estructuras y Materiales trabajamos para mejorar la seguridad y la durabilidad de las estructuras, así como en el uso de materiales más sostenibles”

Durante 2021 el Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEYM) ha realizado una intensa actividad en el ámbito del estudio de diques, presas y puentes. Estos trabajos tienen como fin contribuir a la sostenibilidad y resiliencia de las infraestructuras, aumentando su vida útil (ODS 9.A).

Una parte significativa de las actuaciones ha estado centrada en las necesidades del MITMA y del MITERD, cumpliendo así una de las funciones principales del CEDEX, y uno de los objetivos del Plan Estratégico CEDEX 2020-2022 al contribuir, como servicio público, dentro del sector de la construcción en su sentido más amplio.

Se han realizado labores de asistencia técnica para ADIF mediante la valoración técnica especializada sobre discrepancias de criterio surgidas en el diseño de una serie de viaductos para ferrocarril de alta velocidad del Corredor Mediterráneo.

Con un enfoque de carácter multidisciplinar y colaboración transversal, el encargo ha sido realizado por un equipo técnico especializado del LCEYM y del Laboratorio de Geotecnia (LG) del CEDEX, coordinado desde el Área de Estudios y Auscultación de Estructuras. El trabajo ha consistido en la revisión de los criterios de diseño del proyecto estructural de las citadas estructuras frente a la interacción dinámica que surge de la acción sísmica entre la estructura, su cimentación, y el terreno en que se ubica.

Para la Dirección General del Agua (DGA) se ha trabajado intensamente en el ámbito de las patologías del hormigón de presas, trabajos alineados con el ODS 6, Agua Limpia y Saneamiento. Así, se ha completado el estudio de la presa de la Tajera con una investigación específica sobre fenómenos de formación de etringita retardada y reacción álcali carbonato que producen procesos de degradación del hormigón y que pueden provo-

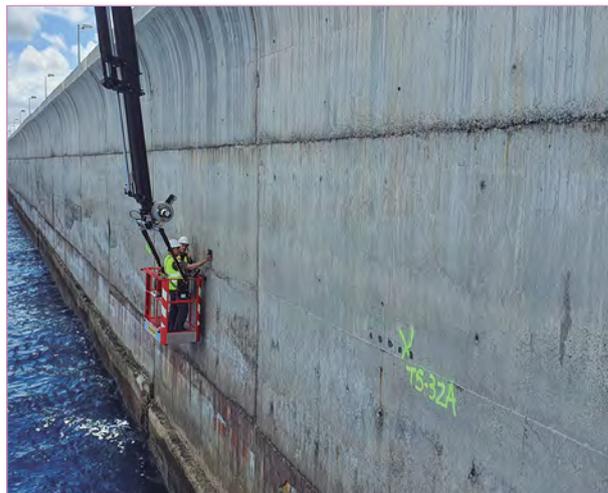


Estudio del hormigón de la presa de El Atance.

car expansiones, y se avanzó significativamente en el estudio del hormigón de la presa del Atance, en Guadalajara. Asimismo, se comenzó el estudio del hormigón de la presa de Tentudía en Badajoz.

Igualmente, en sintonía con el ODS 9, Industria, Innovación e Infraestructura, se ha continuado, a instancias de Puertos del Estado (PE), con el estudio de procesos de corrosión del hormigón en estructuras portuarias. Así, se ha finalizado el estudio de la corrosión en el hormigón armado del dique suroeste de Escombreras (puerto de Cartagena), y se ha iniciado un estudio de similares características en el dique Reina Sofía del puerto de Las Palmas. Ambas estructuras están expuestas a un severo ambiente marino y sufren problemas de corrosión.

También, para Puertos del Estado, se han realizado trabajos en el campo de la prevención de aparición de patologías en futuras construcciones. En particular, se ha estudiado el desarrollo de un ensayo de campo que permita controlar la puesta en obra del hormigón desde el punto de vista de la durabilidad.



Estudio de corrosión en el hormigón armado del dique Reina Sofía (Las Palmas).

Por otro lado, se ha continuado con la investigación de la influencia de la fabricación de cajones mediante la tecnología de cajonero con plataforma flotante, ampliamente utilizada en nuestro país, para lo cual se han extraído testigos en el puerto de Tenerife y Barcelona, que completarán los trabajos llevados a cabo previamente en laboratorio.

Las conclusiones de los trabajos realizados para la DGA y PE han permitido introducir mejoras en la normativa actual (Código Estructural) para evitar la aparición de problemas similares a los encontrados en estos trabajos en obras futuras. De esta manera, se cubre el objetivo del CEDEX en su estrategia de prestar servicio al sector y la sociedad, a la vez que se mejora la resiliencia y sostenibilidad de las estructuras hidráulicas y portuarias.

En el campo de la innovación se está elaborando un estado del arte sobre hormigones de muy alta durabilidad para aplicación en obras portuarias. En el Área de Productos de Construc-

ción se ha iniciado una línea de trabajo sobre armaduras con alta resistencia a la corrosión, alternativas a las armaduras tradicionales de acero al carbono. Para ello, se han considerado como posibles opciones las armaduras galvanizadas, las de acero inoxidable y las de polímeros reforzados con fibras. Los estudios que se están planteando van en la línea del aumento de la durabilidad de las estructuras de hormigón armado y de su resiliencia frente al ataque de agentes químicos agresivos.

El enfoque de los trabajos se alinea con el aumento de la sostenibilidad de los materiales, no abarcando únicamente su producción, sino la consideración de su ciclo de vida completo y la prolongación de la vida útil de las estructuras. Asimismo, esta línea de actuación se encuadra dentro de las posibles estrategias para reducir la huella de carbono y la emisión de gases de efecto invernadero, persiguiendo varias metas de los ODS 9, 11, 12 y 13.

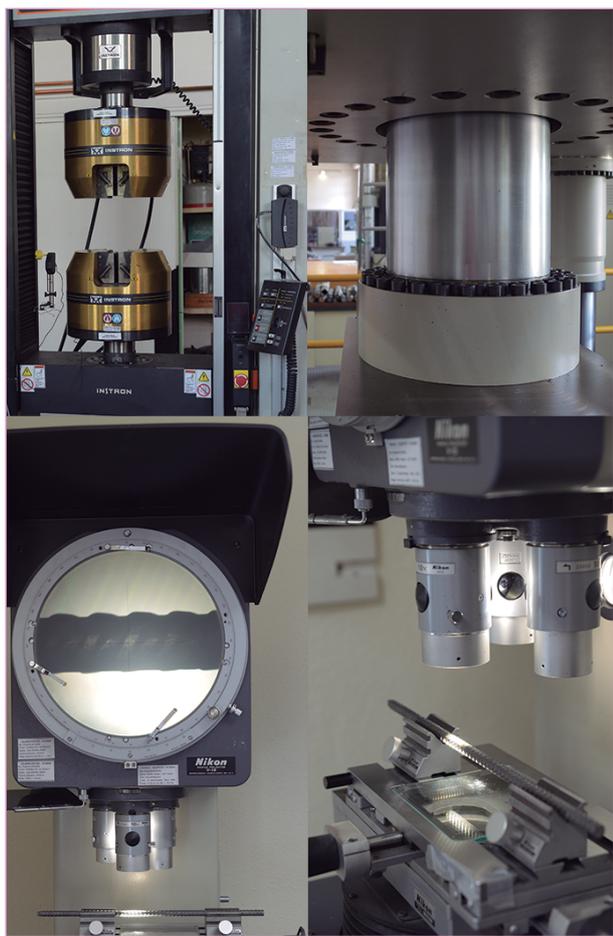
Dentro del campo de impermeabilización, han continuado los trabajos con la DGA para la elaboración de la *Guía práctica para la inspección y seguimiento de las barreras geosintéticas utilizadas en la impermeabilización de balsas*. También han proseguido los trabajos correspondientes al estudio del comportamiento de las geomembranas utilizadas en balsas de almacenamiento de agua, dentro del Convenio de colaboración con Balsas de Tenerife y el Consejo Insular de Aguas de La Palma, y del Encargo de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla. Estos estudios contribuirán a la mejora de nuestros recursos hídricos, uno de nuestros bienes más preciados y escasos, optimizando su gestión por parte de las AA PP (ODS 5.A, 6.4 y 6.5).

También se ha realizado, por encargo de Naturgy, el estudio del estado del hormigón de la presa de Castrelo, en la provincia de Orense, con un profundo análisis de las patologías y caracterización física y mecánica del hormigón de la presa, lo cual ha permitido la transferencia a la empresa privada del conocimiento adquirido durante los encargos de la DGA de presas afectadas por álcali-sílice.

El LCEYM ha mantenido su actividad como laboratorio de ensayos de acero para la construcción: estructural, y de armaduras activas y pasivas para el armado del hormigón, en el ámbito de la homologación de productos, para el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo y para la certificación de productos en el marco de diversos Comités Técnicos de la Comisión de Certificación de AENOR. Estos trabajos verifican el cumplimiento de las especificaciones y de los requisitos exigibles a los materiales y productos de acero, para garantizar su competencia técnica y su durabilidad en un sector de gran relevancia económica para el país, como es el caso



Imagen correspondiente a una inspección técnica de balsas.



Laboratorio de Productos
de Construcción.

de la siderurgia, fabricación y comercialización de productos de acero para la construcción.

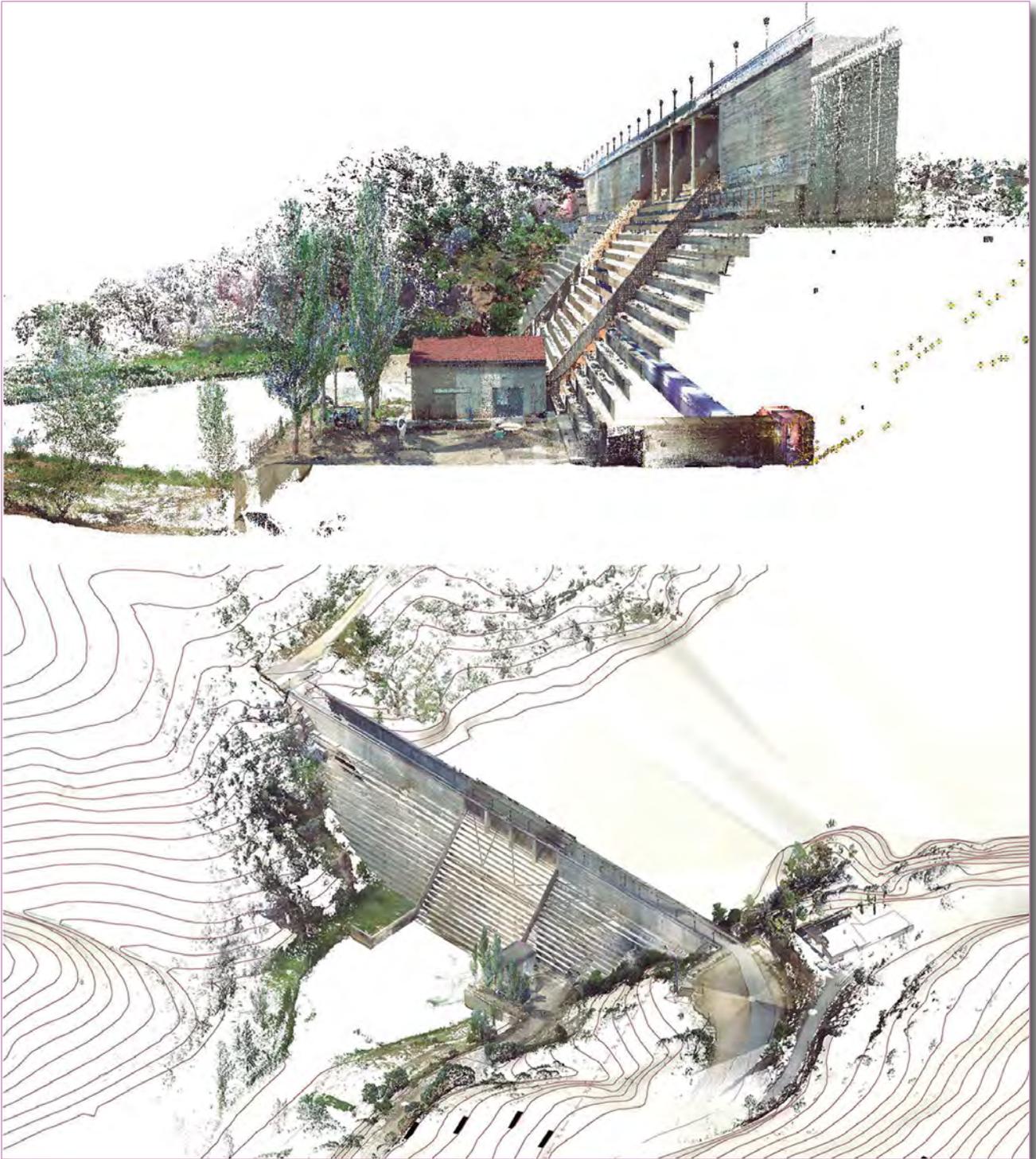
En el ámbito del desarrollo tecnológico se ha continuado trabajando en la implementación de la metodología BIM sobre estructuras existentes, con la incorporación a los modelos digitales de los resultados de la monitorización de distintos parámetros y de los estudios de evaluación estructural y de sus materiales. Esta metodología de implementación busca permitir integrar los resultados de los estudios que se realizan en el CEDEX en los modelos de gestión BIM de infraestructuras que, cada vez más, se están utilizando en la ingeniería.

Desde el Área de Estudios y Auscultación de Estructuras se ha seguido coordinando el servicio de drones del CEDEX, adaptándolo a la nueva reglamentación que se está desarrollando y aumentando las capacidades de prestación de servicios. También se ha proporcionado internamente al organismo asistencia técnica en materia estructural en distintas intervenciones que se hacen sobre el parque inmobiliario propio. Esta línea de trabajo, junto con la implementación de la metodología BIM, contribuye al proceso de transformación digital del LCEYM y, por extensión, del CEDEX. Ambas líneas, de aplicación a diferentes obras del mundo de la construcción, están propiciando un impulso de colaboración entre los distintos centros y laboratorios del CEDEX.

Por otro lado, para la Dirección General de Carreteras (DGC) se ha iniciado una prospección tecnológica específica para identificar equipos que permitan evaluar el estado de tirantes y tendones de postesados de puentes, ante las incertidumbres existentes sobre la durabilidad real de este tipo de elementos críticos en la capacidad de las estructuras.

En el campo de la señalización de carreteras, se han auscultado, por encargo de la DGC, 458 km de autovías, y emitido numerosos informes correspondientes a la comprobación de los indicadores relativos a la retroreflexión de las marcas viales y señalización vertical. Este trabajo tendrá una clara repercusión en la mejora de la seguridad vial, minimizando los accidentes de tráfico e incrementando la percepción de bienestar al facilitar la conducción (ODS 3.6)

En el Laboratorio de Fotometría, instalación singular del LCEYM, se han llevado a cabo estu-



Nube de puntos del escaneado 3D (arriba) y su geolocalización en el entorno BIM (abajo).

dios del comportamiento de distintos materiales retrorreflectantes utilizados en señalización, encargados por las empresas T2S y 3M España. Esta actividad se ha complementado con una línea de I+D+i interna.

La transferencia de conocimiento de los trabajos en marcha se plasma a través de la participación en congresos nacionales e internacionales, reforzando así la presencia internacional del CEDEX. Cabe reseñar la participación presencial en

el primer congreso internacional EUROSTRUCT de la Asociación Europea de control de Calidad de Puentes y Estructuras, celebrado en Padua (Italia), con una ponencia sobre una propuesta metodológica para el estudio de tableros de puentes postesados de hormigón afectados por reacciones árido-álcali.

La disponibilidad de una instalación singular como el Simulador Sísmico ha permitido dar soporte en el desarrollo de nuevas tecnologías tanto en el ámbito público como en el sector privado. En el sector público destacamos el caso del Instituto Geográfico Nacional (IGN) mediante el apoyo a la calibración de sensores de tipo acelerógrafos, denominados SILEX. Dichos sensores son desarrollados por esta entidad para su implantación en la red de detección sísmica distribuida por todo el territorio español permitiendo obtener un mejor estudio y detección de la actividad sísmica. En relación con el sector privado, se han realizado ensayos de calificación sísmica para empresas como Ormazabal-Velatia. Para empresas como INDRA Sistemas y SEPSA-MEDHA, se han realizado ensayos de barridos de frecuencia o de vibración, choque a equipos de radar y convertidor auxiliar que irán embarcados en submarinos o en trenes con objeto de verificar su respuesta frente a las acciones impuestas por las normas de aplicación según su naturaleza.

Estos trabajos se engloban dentro del cumplimiento de los ODS 9 y 12.

Marcado como una de las prioridades del CEDEX, con el objeto de mantener y mejorar esta instalación singular, se han realizado actuaciones encaminadas a garantizar el control del sistema de refrigeración de los grupos hidráulicos. Esta actuación permite la optimización de su funcionamiento, estabilidad y respuesta durante los ensayos mediante el control de la temperatura del agua de refrigeración del aceite durante los ensayos. Sin duda esta actuación permitirá prestar un servicio de mayor calidad y fiabilidad a la vez que aumenta la eficacia de la instalación de refrigeración con su consecuente menor impacto ambiental.

Dentro del LCEYM se ha continuado la participación en varios comités de normalización y certificación, destacando la implicación activa en un grupo de trabajo encargado de estudiar nuevos cementos, con menor huella de carbono, con objeto de que sean incluidos en la reglamentación española, lo que supondrá el desarrollo de infraestructuras más sostenibles (ODS 9.1 y 9.4).

La actividad del LCEYM ligada a la experimentación exige la realización de numerosos ensayos de laboratorio para evaluar propiedades físicas,



químicas y mecánicas, así como el mantenimiento de la acreditación ENAC, renovada en octubre de 2021, y de un sistema de gestión de la calidad, según UNE-EN ISO/IEC 17025:2017.

Además, el LCEYM está integrado en la Certificación Multisede del CEDEX del Sistema de Gestión Ambiental UNE-EN ISO 14001, para cumplir con los ODS y el Pacto Verde. En 2021, se ha renovado la certificación por la entidad externa Société Générale de Surveillance (SGS) y se han cumplido los objetivos medioambientales programados. Se han contabilizado y analizado las tendencias de los consumos de recursos naturales y energéticos, buscando una gestión eficiente de los mismos. Se est n abordando mejoras de las instalaciones, como calderas, equipos de climatización, etc., para reducir el impacto ambiental en la ciudad (ODS 11.6).

Se continúa con la concienciación y sensibilización del personal en materia medioambiental (ODS 12.8) y de reciclado de residuos, mantenimiento del punto limpio y ahorro energético.

Se ha iniciado la creación e implantación de la Unidad de Red M soporte informático para el archivo de la documentación del Sistema de Gest n Ambiental (SGA), y el uso del *Libro Excel* para el registro de datos del SGA.

Todas las líneas de actuación señaladas anteriormente muestran que la actividad actual del LCEYM está claramente alineada con la sostenibilidad y resiliencia de las infraestructuras, así como con la reducción del consumo de los recursos naturales favoreciendo, por tanto, el cumplimiento de la Agenda 2030, especialmente en lo que se refiere a la innovación y las infraestructuras.



Prototipo de ensayo para calificación sísmica.

LABORATORIO DE GEOTECNIA



“El Laboratorio de Geotecnia, al servicio de la seguridad y sostenibilidad de las obras en lo concerniente al terreno”

Los trabajos del Laboratorio de Geotecnia (LG) durante 2021 se han centrado en dar servicio al MITMA y al MITERD, cumpliendo una de las funciones principales del CEDEX incluidas en el Plan Estratégico CEDEX 2020-22. Entre los trabajos realizados, destacan los destinados a cumplir con los compromisos de nuestra participación en los programas de investigación sobre **geotecnia ferroviaria**, en particular, la participación del CEDEX en el proyecto europeo GEOLAB que comenzó sus trabajos en febrero de 2021. Se organizó en el CEDEX la primera reunión presencial de este consorcio en la última semana de noviembre, con más de 50 participantes.

En el Cajón Ferroviario destacan las labores de mantenimiento de los equipos hidráulicos y mecánicos, necesarios en esta instalación inaugurada hace 17 años. Se han realizado dos estudios muy completos sobre la influencia de la velocidad de paso de tren en las deflexiones de carril y en el uso del Panda como herramienta para la

correcta evaluación del estado de compactación y degradación del balastro. La disponibilidad de una instalación singular como el Cajón Ferroviario permite incorporar novedades tecnológicas a la infraestructura ferroviaria redundando en su mayor seguridad y resiliencia.

Se ha seguido trabajando en el Comité de Redacción de la normativa UIC (Unión Internacional de Ferrocarriles) sobre la UIC-IRS 70722 (*Maintenance and Improvement of Earthworks and Track Bed of Existing Railway Lines*) y sobre el futuro Eurocódigo EC-7 “Proyecto Geotécnico”. Los resultados de estos trabajos de normalización contribuyen a la sostenibilidad y resiliencia de las infraestructuras aumentando su vida útil.

Para la **Dirección General de Carreteras** del MITMA, el LG ha firmado el encargo a medio propio personalizado para la realización de “Asistencia Técnica en materia geotécnica en el ámbito competencial de la DGC”, por un importe su-

← Imagen de El Cáliz, en la Pedriza (Fuente: Sociedad Española de Mecánica de Rocas/SEMR).

Tabla 1. Seguimiento de patologías en la Red de Carreteras del Estado

Demarcación de Carreteras	Carretera	Provincia/Localidad/pk	Patología estudiada
Andalucía Oriental	A-7	Granada/Carchuna	Desmante
		Granada/Polopos-Albuñol	Desmante y túnel de Ramoncillos
	A-44	Córdoba/Jabalquinto	Calzadas
	A-32	Jaén/Enlace de Canena	Calzadas
Andalucía Occidental	N-432	Córdoba	Calzadas
	A-45		
	CO-32		
Aragón	A-22	Huesca	Erosión
	A-2	Huesca/Fraga	Calzadas
	N-420	Teruel/Escucha	Terraplén
Cantabria	N-621	Cantabria/Bores	Desmante y calzada
	A-8	Cantabria/Reocín	Calzada
	A-67	Cantabria/Corrales de Buelna	Calzada
Castilla-La Mancha	N-420	Ciudad Real/Fuencaliente	Desmante y terraplén
Castilla y León Oriental	BU-30	Burgos	Muro de tierra armada
Cataluña	N-420	Tarragona/Coll de Teixeta	Terraplén y falso túnel
Comunidad Valenciana	A-7	Alicante/Variante de Alcoy	Deformaciones e inestabilidades en varios terraplenes
	A-33	Valencia/Fuente de la Higuera	Estabilización a través de pantalla de pilotes de deformaciones en estribo

perior a 6 M€ y una duración de 3 años. Dentro del mismo se enmarcan los estudios de asistencia técnica y trabajos de instalación y medida de instrumentación para seguimiento de patologías en diversos puntos de la Red de Carreteras del Estado.

Todos estos trabajos permitirán que la Red de Carreteras del Estado preste un servicio de mayor calidad y fiabilidad que redundará en una mejora movilidad en el sector del transporte.

Formando parte de los programas de I+D+i desarrollados este año por el LG, cabe destacar que se están implementando, en colaboración con otros centros del CEDEX, nuevas metodologías para el seguimiento de la evolución de patologías geotécnicas como las descritas, basadas en las nuevas tecnologías disponibles tipo láser-escáner, fotogrametría, complementadas con la utilización de drones en algunos casos.

En cuanto al asesoramiento a la **Dirección General de Costas**, se ha realizado el análisis de los elementos de estabilización para impedir la afección por los desprendimientos de la zona de aparcamiento de la urbanización Interlimen en Honda-



N-420, variante de la Escucha.

ribia (Guipúzcoa); la revisión de la documentación presentada por Euskadi Trenbide Sarea al Servicio Provincial de Costas de Guipúzcoa en relación con la reanudación de las obras del metro de Donostia en el tramo de metro Miraconcha–Easo; y el planteamiento inicial de las medidas a disponer en la playa de la Alojera (La Gomera) para minimizar el riesgo de los desprendimientos. Estas actuaciones se pueden enmarcar en las actividades llevadas a cabo por el CEDEX en el ámbito de la resiliencia y sostenibilidad del medio natural.

A petición de ADIF, se ha elaborado el Informe sobre las discrepancias de criterios de diseño estructural en el proyecto de dieciséis viaductos del tramo Níjar-Río Andarax de la línea de alta velocidad del corredor del Mediterráneo, colaborando con el Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEYM).

Para **Puertos del Estado**, y dentro del encargo en vigor, se han realizado diferentes tareas de asistencia técnica orientadas a la evaluación de estudios de alternativas, anteproyectos y proyectos, así como informes de obras ya en curso, en los siguientes puertos:

- Avilés, sobre la ampliación del muelle de Raíces mediante tablestacas. Informes sobre la viabilidad del proyecto y pautas para un diseño alternativo con estabilización del muelle actual mediante micropilotes;
- Barcelona, sobre la cimentación de la nueva lonja. Valoración de la información geotécnica y del diseño de la cimentación, prescripciones para la tipología planteada y diseño alternativo con pilotes hincados;
- Huelva, sobre la ampliación norte del muelle sur mediante tablestacas. Recopilación

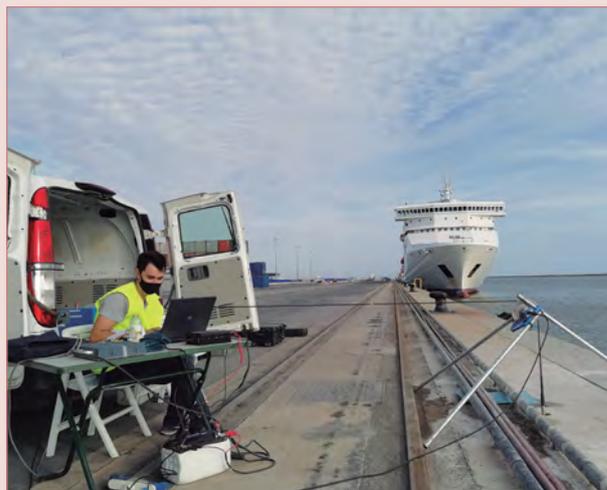
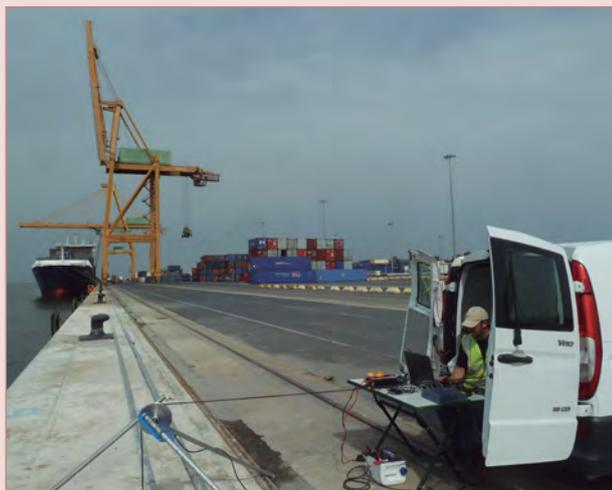


Playa de la Alojera (La Gomera).

de la labor realizada desde la primavera de 2019;

- Cartagena, sobre proyecto del edificio de control fronterizo y del edificio de oficinas de la Autoridad Portuaria. Valoración de la información geotécnica y de la tipología de cimentación;
- Pasajes, sobre la precarga en la superficie de la antigua explanada. Análisis de los resultados de un terraplén de prueba y valoración de los asientos secundarios. Medidas en campo y campaña de ensayos de laboratorio del CEDEX; y
- Cádiz, sobre el aumento del dragado de la canal y ampliación de la terminal: informe recopilatorio en curso sobre la labor realizada por este laboratorio desde 2019.

A las tareas de asistencia técnica anteriormente citadas, se suma la realización de estudios de I+D+i que han estado centrados en las nuevas tecnologías para el procesado de datos aplicadas a la predicción en precargas portuarias, y al aprendizaje automático que ha conducido a la publicación de un artículo con motivo del 50º aniversario de la revista *Geotecnia*.



Ensayos geofísicos en el puerto de Huelva.

Los trabajos desarrollados en el ámbito portuario combinan actividades relacionadas con la movilidad y el medio natural, tanto en lo que respecta a la resiliencia de las infraestructuras portuarias como a la sostenibilidad del medio marino-portuario.

Los trabajos que se han realizado en 2021 para la **Dirección General del Agua** se centran en el análisis y la mejora de la seguridad de las infraestructuras hidráulicas a través del estudio de patologías de un conjunto de presas que están en servicio. Son los siguientes:

- Estudio sobre la patología de la cimentación de la presa El Atance (CH Tajo);
- Estudio sobre la estabilidad de las laderas del embalse de Arenós (CH Júcar); y
- Estudio de las filtraciones y presiones intersticiales en el espaldón aguas debajo de la presa de Mairaga (CH Ebro).

Por otra parte, la **Confederación Hidrográfica del Guadalquivir** ha solicitado a este laboratorio

la valoración de las filtraciones en un collado de la presa de la Breña II, que ha requerido, además de las labores de gabinete, una cierta actividad de labores de campo.

En línea con una de las principales funciones del CEDEX ligada a la experimentación, en el Área de Geotecnia Básica y Experimental se han ejecutado numerosos ensayos de laboratorio que se han concretado en la realización de 22 trabajos, 5 bajo



Presa de la Breña.

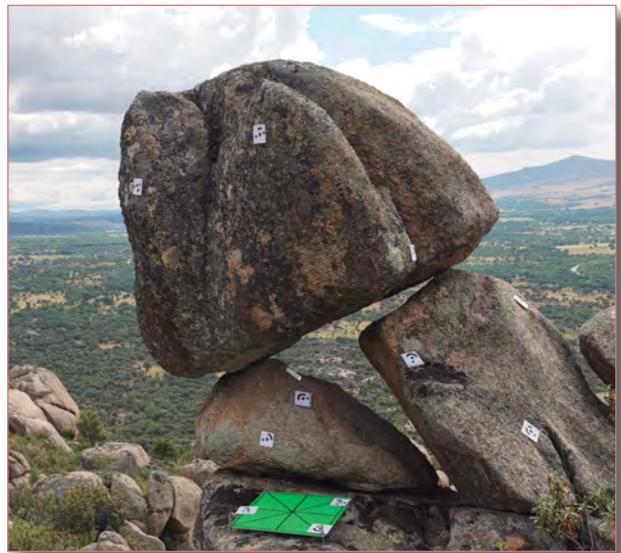
convenio, 8 para clientes externos y 9 para el servicio técnico permanente. Destacan los informes del embalse de Almodévar, el informe de ensayos de permeabilidad en probetas de 6" de bentonita cemento para Terratest Chile, el informe para el puerto de Pasajes y la colaboración en los trabajos realizados para la DGC en la N-420 y en la A-7. La realización de ensayos dinámicos, solicitada por la Universidad de Córdoba, la central nuclear de Ascó y por el CIEMAT, ha incluido la aplicación de diferentes técnicas de ensayos triaxiales cíclicos, de corte simple cíclico, de Bender o de columna resonante.

En materia de I+D+i se ha trabajado en la actualización del Método ISRM para la caracterización, prueba y seguimiento de rocas, en la caracterización del granito de La Pedriza, y en el estudio "Análisis del impacto de la contaminación por lindano del vertedero de Sardas en el río Gállego", en colaboración con el Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas (CETA) del CEDEX, contribuyendo a las aportaciones del CEDEX en materia de sostenibilidad del medio natural.

Dentro de estas colaboraciones entre centros del CEDEX destacan, además, las labores de asistencia técnica para la cimentación de los apeos para el desmontaje de la estructura principal de la cubierta del Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC) del CEDEX, muy dañada por la nevada Filomena.

En el ámbito de la transferencia de conocimiento, se ha realizado el *Máster en Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica*, del CEDEX y la UNED. En 2021, por primera vez, con un formato telemático de impartición durante la fase lectiva, entre febrero y junio, así como en la tutela de las tesinas, de julio a septiembre; y con un módulo presencial en Madrid en el mes de octubre que ha incluido

las prácticas de laboratorio y de campo, visitas a las obras y los centros del CEDEX, la participación en jornadas técnicas y la defensa de las tesinas. El nuevo formato dio lugar a un incremento notable en la demanda para realizar el máster, de manera que hubo que proceder a una rigurosa selección de los candidatos hasta llegar a los 25 alumnos inscritos de diferentes países.



Creación de modelos 3D mediante fotogrametría de bolos graníticos en La Pedriza.

Se ha hecho un importante esfuerzo por mantener la presencia del CEDEX en los foros nacionales de geotecnia: las sociedades españolas de geotecnia, los comités de normalización de AENOR. Así como en los homólogos internacionales, adoptando, en general, la forma de participación telemática: la participación en los comités y grupos de trabajo de normalización geotécnica internacionales (los comités de normalización europeos CEN), la plataforma ELGIP, la organización de jornadas técnicas presenciales (*Jornadas Técnicas SEMSIG-AETESS*, en octubre), y la participación en congresos de forma virtual.

CENTRO DE ESTUDIOS HISTÓRICOS DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO



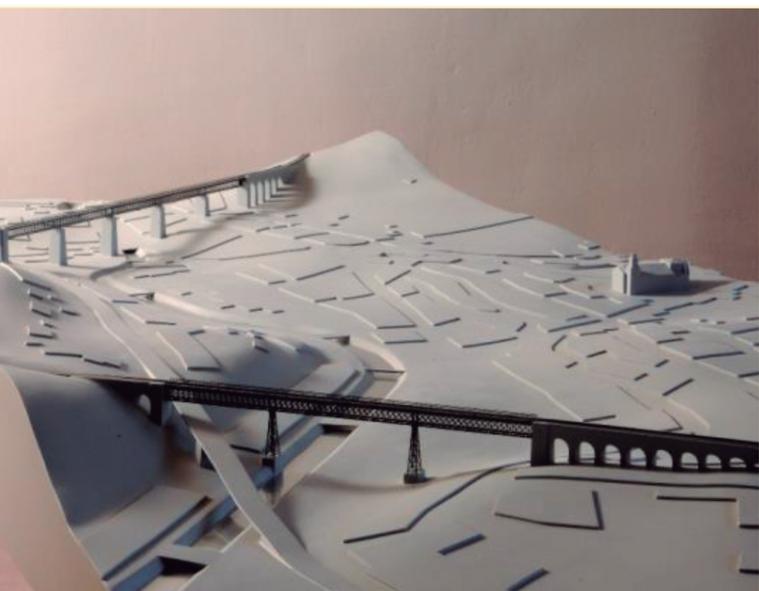
“En la actualidad, el Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo está haciendo el esfuerzo de llegar a todos los ámbitos geográficos, con especial dedicación a la llamada España despoblada o de baja densidad, manteniendo una estrecha cooperación con diversas instituciones locales”

Dentro de las competencias del CEDEX, recogidas en sus estatutos, corresponde al Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (CEHOPU) la investigación, el estudio y la transferencia de conocimiento del importante patrimonio histórico de la obra pública en España.

Desde su fundación, hace más de 35 años, el centro ha desplegado una importante actividad en tres grandes programas:

1. Investigación histórica
2. Transferencia de conocimiento
3. Gestión de archivos históricos y fuentes documentales propios

El esfuerzo de difusión se ha plasmado en la organización de exposiciones de nueva factura y su ulterior versión itinerante, además de sus respectivos catálogos, viajando por nuestro país y fuera de nuestras fronteras. A lo largo de su trayectoria el centro ha desarrollado sus actividades por medio de la organización de exposiciones, publicaciones, participación en congresos, jornadas, reuniones, etc. En este extenso periodo de actividad, CEHOPU ha realizado importantes esfuerzos de inversión económica, no solo en la creación de grandes exposiciones, sino, también, en la producción de la Colección de Maquetas de Historia de las Obras Públicas visibles en la página web del CEDEX. Un fondo singular de elementos que, con una marcada impronta plástica y formal,



Maqueta de la ciudad de Redondela con los viaductos metálicos llamados Madrid y Pontevedra que la atraviesan. Colección de Maquetas Históricas del CEHOPU.

constituye la representación más importante de la evolución de la historia de la ingeniería, el urbanismo, las obras públicas y de su legado patrimonial en nuestro país.

Así, durante 2021, CEHOPU ha consolidado las tres líneas de trabajo anteriormente citadas con dedicación horizontal y colaborativa, optimizando los recursos humanos disponibles, y ayudando activamente a la Dirección del CEDEX en su participación en foros culturales y divulgativos, como cursos de verano, jornadas de debate, eventos divulgativos o foros de actualidad entre los que cabe resaltar:

- Curso de verano en colaboración con la Fundación Ingeniería y Sociedad, *El cerrillo de San Blas y su entorno, espacio para el conocimiento y la innovación*, con la presentación de la ponencia “La actividad del CEDEX.

Impregnación en la sociedad civil”, por Áurea Perucho Martínez, directora del CEDEX.

- “Una nueva estrategia para la recuperación de la España despoblada, la recuperación del patrimonio de la obra pública como motor económico”, en *Energía renovable, redes digitales y patrimonio cultural*, jornada organizada por la Fundación Caminos en el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 3 de junio de 2021.
- Reuniones de apoyo y colaboración con departamentos ministeriales encargados de la puesta en marcha del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia en materias propias de su actividad respecto a la valoración del patrimonio histórico de la obra pública.
- Apoyo a la Dirección para la elaboración de artículos de perfil divulgativo en el marco del patrimonio de la obra pública: Defensor del Patrimonio de la ingeniería desde el CEDEX. *Revista de Obras Públicas*, número extraordinario José Antonio Torroja 1933-2021, nº 3630, 2021. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, pp. 138-141.

INVESTIGACIÓN HISTÓRICA

Las líneas de investigación, a partir del estudio de las fuentes originales y de la historiografía, constituyen los cimientos en los que se fundamenta la actividad del CEHOPU. Durante 2021 se ha mantenido como su actividad más destacada, la que nutre en mayor medida los contenidos del centro y el programa de exposiciones itinerantes, y la que más relevancia produce por su enorme potencial en cuanto a la proyección que aporta y traslada a la sociedad civil, a través de la organización de exposi-

ciones en salas destacadas. Una actividad que aúna la originalidad de los temas a tratar y la excelencia en su planteamiento. En estos momentos se está trabajando en varias líneas que refuerzan el catálogo expositivo. La primera de ellas, en 2021, ha continuado con el estudio y difusión de las grandes figuras de la ingeniería española, especialmente aquellas vinculadas al CEDEX. La segunda es la continuación de una temática que resultó exitosa en los años ochenta. Nos referimos a la historia del urbanismo, en este caso en nuestro país y en los de su entorno más cercano, en el periodo de las notables iniciativas del siglo XVIII.

La primera exposición se basa en la investigación histórica sobre la figura de Manuel Lorenzo Pardo, que nutre el proyecto expositivo planteado en la actualidad con el objetivo de abrir sus puertas en enero de 2023 en el pabellón Villanueva del Real Jardín Botánico, en Madrid. Una institución vinculada en sus temas de interés con los usos del agua y la ciencia.

La exposición, *Ciencia y Agua. Manuel Lorenzo Pardo, Ingeniero Hidráulico*, aborda la dimensión y el reconocimiento profesional del ingeniero en la ejecución de grandes obras de ingeniería, como el embalse regulador en la cabecera del río Ebro (proyectado en 1916), la concepción y desarrollo del actual modelo organizativo de confederaciones hidrográficas por cuencas (1926), y la redacción del Plan Nacional de Obras Hidráulicas (1933) que, junto con la creación del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, supuso la principal base programática en materia de planificación y gestión de los recursos hídricos del país y, en consecuencia, de la significativa transformación física, socioeconómica y

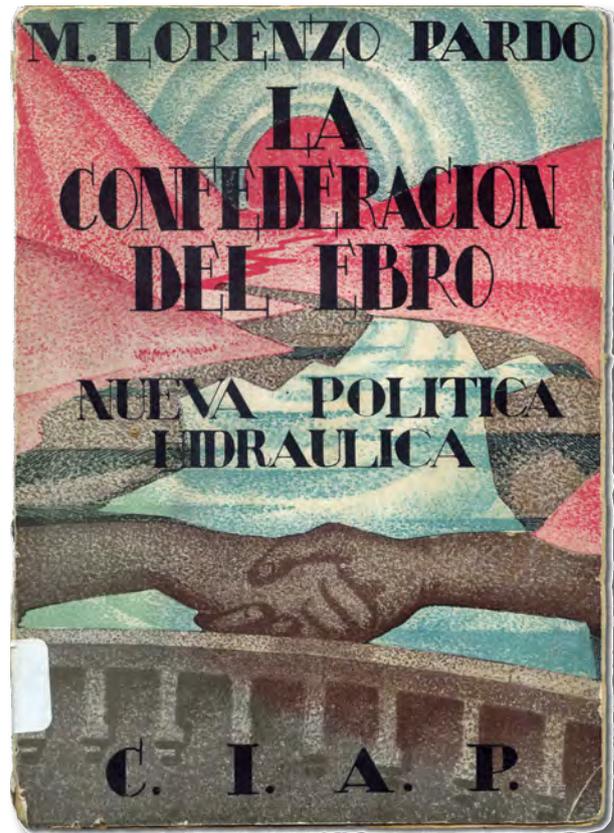


Imagen de cubierta de *La Confederación del Ebro. Nueva política hidráulica*, obra redactada en 1930 por Manuel Lorenzo Pardo durante su etapa al frente de este organismo.

ambiental que en adelante experimentaría buena parte del territorio nacional.

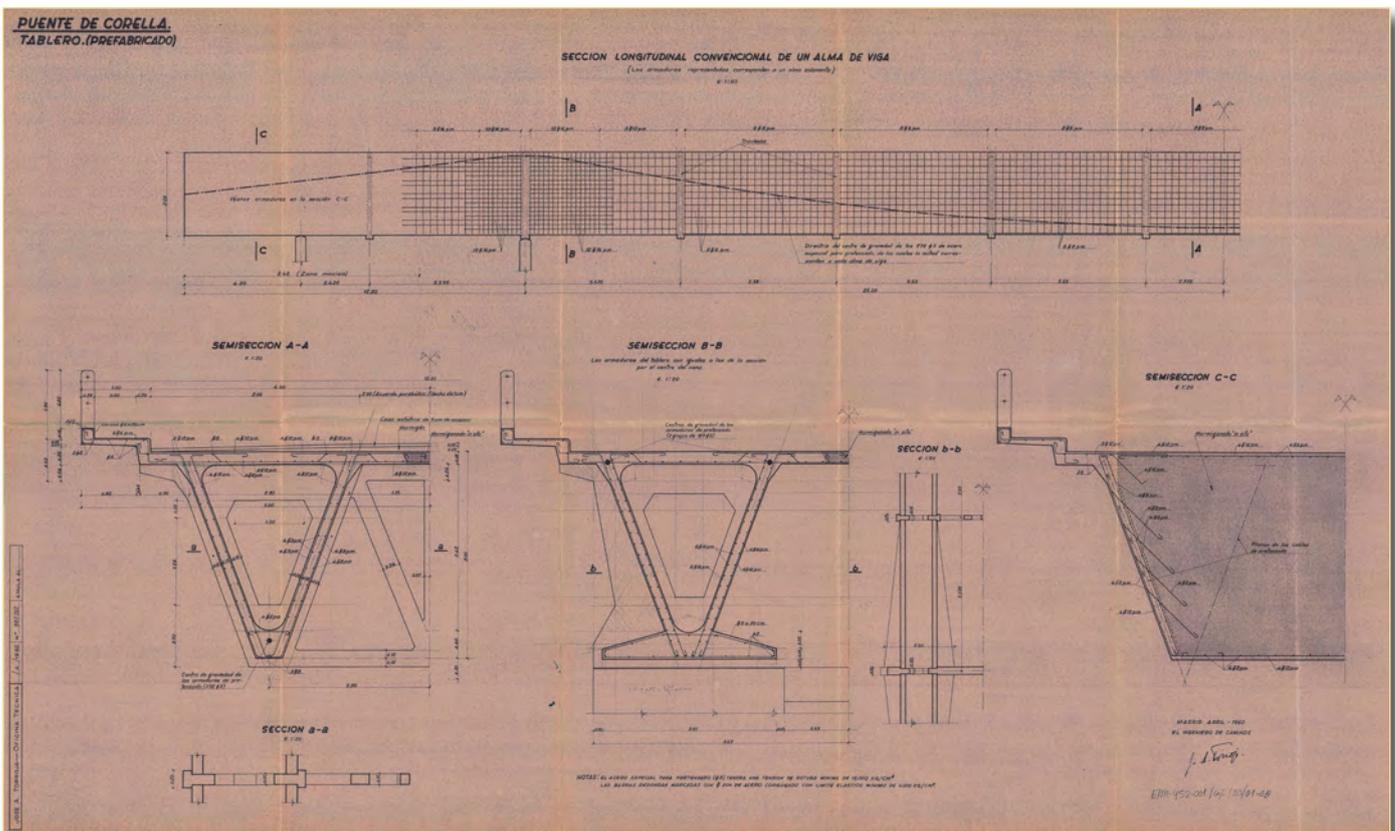
La segunda gran exposición, cuya inauguración está prevista durante el segundo semestre del 2024, aborda el urbanismo en continuidad con otra exposición de CEHOPU, *La ciudad hispanoamericana. El sueño de un orden*. En este nuevo proyecto, en el cual se está avanzando en la investigación con notables resultados, se aborda la fundación de ciudades nuevas creadas en el siglo XVIII y vinculadas a la historia de España. Además de las más conocidas, como las creadas para la repoblación de Sierra Morena, se plantean las fundaciones de Ferrol o San

Fernando de Cádiz, entre otras. También se incluirá la ciudad ucraniana de Odesa, conocida como la perla del mar Negro, cuya fundación fue impulsada y trazada por el almirante español José de Rivas.

Una tercera exposición tratará de la obra desconocida del ingeniero Eduardo Torroja y de su relación profesional con otro constructor y estudioso del hormigón armado Jaroslav Josef Polivka. Dada la importancia de la documentación, se está realizando un estudio minucioso de la misma con el fin de reconstruir el Intercambio, tanto profesional como personal, entre ambos ingenieros, y cómo esta relación, de más de una década, influyó en el contenido del libro *Philosophy of Structures*, publicado en 1958.

La investigación de las fuentes originales de ambos ingenieros enriquecerá la exposición panorámica prevista sobre la obra desconocida de Eduardo Torroja Miret, que se está organizando en colaboración con la Fundación Torroja a través de una comisaría conjunta, estando prevista su inauguración para el primer trimestre de 2024. La exposición contendrá material inédito, principalmente planos originales que hasta la fecha estaban sin catalogar en el archivo Torroja, o la documentación donada por la familia de Jaroslav Josef Polivka.

Asimismo, en relación con el proyecto de investigación que se está desarrollando con el título “Estudio e investigación de los fondos de obras públicas en el Archivo General de la Administración”, se ha continuado avanzando en la lectura



Tablero del puente de Corella, realizado por Eduardo y José Antonio Torroja. Archivo Torroja, CEHOPU.

y revisión bibliográfica existente. No obstante, a consecuencia de la pandemia, muchos archivos y bibliotecas han mantenido durante 2021 unas condiciones de acceso restringidas, razón por la cual se ha vuelto a dar prioridad al estudio de los archivos propios del CEDEX, principalmente el centrado en el archivo Eduardo Torroja Miret, analizando minuciosamente los fondos no catalogados. El análisis de la documentación ha permitido hacer una base de datos dividida en cuatro grandes bloques de la obra profesional y personal de Eduardo Torroja Miret: [1] Oficina Técnica, [2] Investigación, [3] Docencia, y [4], Personal.

Este trabajo de investigación se está desarrollando en paralelo con las tareas de ampliación y detalle de la catalogación existente en el archivo, y en este sentido con mayor incidencia en los bloques de investigación, docencia y personal, donde se ha realizado el mayor trabajo. También en el bloque de la Oficina Técnica, aun catalogado, se han incorporado numerosos planos originales.

Dentro de la actividad investigadora de CEHOPU, en la actualidad su personal científico forma parte de proyectos de I+D+i relativos al estudio histórico en el marco del patrimonio de las obras públicas, en colaboración con agentes destacados del sector:

- Proyecto investigación “Análisis y definición de estrategias para la caracterización, recuperación y puesta en valor del patrimonio de las obras públicas. Una aproximación desde la escala territorial” (PID2019-105877RA-I00), liderado por la E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, en el marco del Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos

de la Sociedad, del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020.

- Proyecto investigación “Agua y Luces. Tratados españoles de arquitectura hidráulica en la Ilustración”, dentro de la Resolución de la Presidencia de la Agencia Estatal de Investigación para «Proyectos de I+D+i», en el marco del Programa Estatal de Generación de Conocimiento y Fortalecimiento Científico y Tecnológico del Sistema de I+D+i y del Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad.

TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO

En el ámbito de la divulgación del patrimonio de la ingeniería en la sociedad civil, uno de los programas más emblemáticos del centro es el de exposiciones itinerantes, que se alimenta con las de nueva factura.

En la actualidad, CEHOPU está haciendo el esfuerzo de llegar a todos los ámbitos geográficos, con especial dedicación a la llamada ‘España despoblada o de baja densidad’, manteniendo una estrecha cooperación con diversas instituciones locales. En ese sentido, se está colaborando con diversas instituciones riojanas con el fin de impulsar actividades en lugares dotados de un gran simbolismo, como Santo Domingo de la Calzada. La idea es que todos los años se presente aquí una exposición itinerante, con una duración de seis meses.

También, este programa contempla en su horizonte más cercano la presencia de las exposiciones CEHOPU en regiones hasta ahora no abordadas, como Castilla y León y Castilla-La

Mancha, zonas del interior especialmente vulnerables por la crisis demográfica que vive nuestra sociedad.

A grandes rasgos, la actividad de este programa se podría concretar en las siguientes iniciativas:

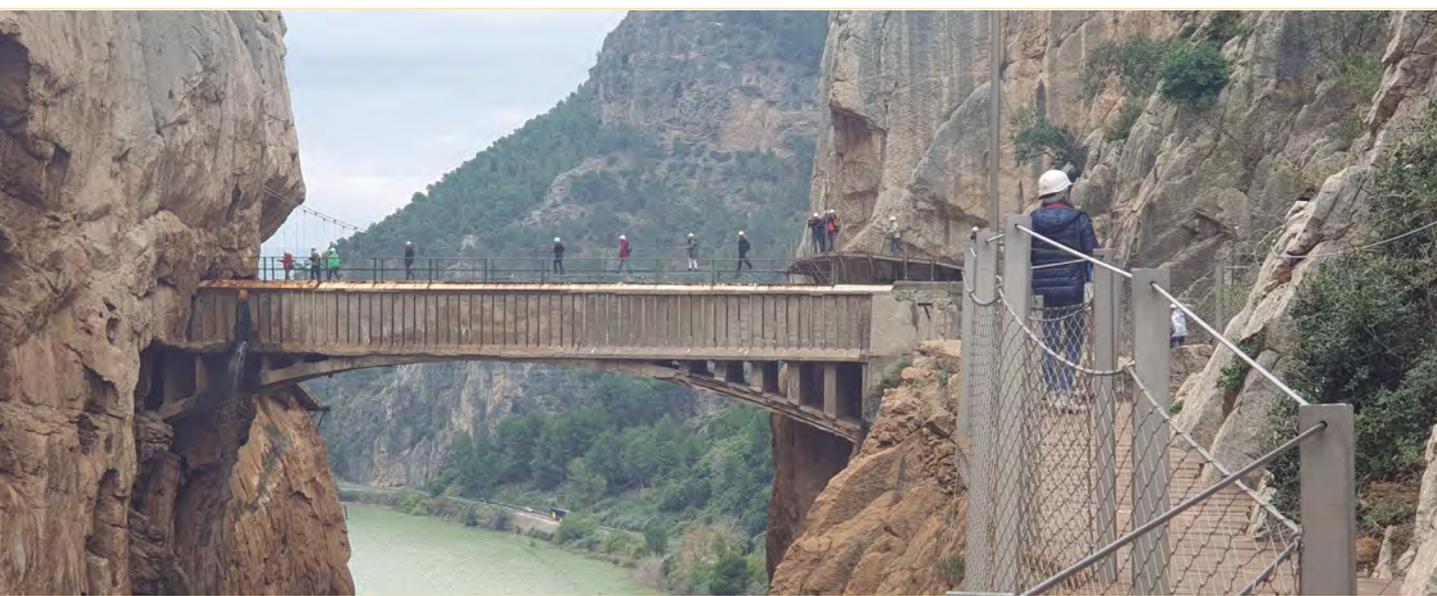
- Exposición itinerante *Los ingenios y las máquinas: ingeniería y obras públicas en la época de Felipe II*, Casa de las Ciencias, Logroño, 22 abril-29 agosto.
- Preparación de un plan de inauguraciones de la exposición *Santo Domingo de la Calzada. El Ingeniero del Camino*, con las Demarcaciones de los Colegios de ICCP y Colegios de Ing. Técnicos de OP.
- Préstamo temporal para la presentación de la exposición *Santo Domingo de la Calzada. El Ingeniero del Camino*, en la sede de la Demarcación de Castilla-La Mancha del Colegio de ICCP, marzo 2022.
- Colaboración con la demarcación de Castilla-La Mancha del Colegio de ICCP para la

organización de la exposición *Ingeniería en Castilla-La Mancha*.

- Colaboración con la Real Academia de Extremadura de las Letras y las Artes, y la Consejería de Cultura, Turismo y Deportes de la Junta de Extremadura para la organización de la exposición *El Legado de Roma: El Puente de Alcántara ante el Tercer Milenio*.
- Acuerdo de colaboración para la organización, conservación y difusión de las exposiciones itinerantes que se describen y otros trabajos de interés común entre la Fundación Juanelo Turriano y el CEDEX.

En el marco de la transmisión de conocimiento del patrimonio de la ingeniería, otra actividad relevante en CEHOPU es la publicación de monografías y la participación en libros o revistas colectivas por parte del personal del centro.

En este sentido, el 29 de noviembre tuvo lugar la presentación institucional presidida por la directora del CEDEX, en la sala Agustín de Betancourt



El caminito del Rey (Málaga). Al fondo, el puente acueducto de José Eugenio Ribera.

del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, de la edición facsimilar del libro *Obras Principales de Hormigón Armado proyectadas y dirigidas por Eduardo Torroja de 1926 a 1936*, publicado por CEHOPU, en colaboración con la Fundación Eduardo Torroja, en 2020. La gran concurrencia a la presentación sirvió como póstumo y merecido homenaje a José Antonio Torroja, que donó el último ejemplar existente hasta entonces para esta nueva edición.

GESTIÓN DE ARCHIVOS HISTÓRICOS Y FUENTES DOCUMENTALES PROPIAS

El CEHOPU, en el ejercicio de sus competencias y como parte de sus actividades dedicadas a conservar, estudiar y difundir el patrimonio documental de las obras públicas, tiene depositado en sus dependencias los archivos de proyectos de los ingenieros Eduardo Torroja y Carlos Fernández Casado.

Desde el centro se lleva a cabo la gestión, catalogación y atención al público en relación con las webs de los archivos Torroja y Carlos Fernández Casado, y de las colecciones cedidas por las fa-

milias de ambos ingenieros. En ambos archivos se viene realizando de modo continuado con medios propios, una digitalización de los documentos para incrementar los contenidos de la página web con el material electrónico obtenido. En esta línea de actividad, tal y como viene sucediendo desde su constitución en el CEDEX, ha sido importante el volumen de solicitudes a través de la página web de estudiosos e instituciones con el fin de demandar la consulta y reproducciones de estos fondos. Un éxito sin duda de la mayor difusión posible al poner a disposición de los investigadores de todo el mundo vía *online* esta colección de innegable interés.

En relación con el archivo Carlos Fernández Casado se está gestionando con la familia del ingeniero la cesión de otra documentación relacionada con el mismo, para incrementar los fondos del archivo.

A esto se suma el archivo del profesor Francisco Hernández-Pacheco, que permite investigar su labor al frente del Servicio Geológico del Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo del CEDEX –posteriormente llamado Laboratorio de Geotecnia- desde 1958 hasta 1970.



TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO



“Ahora como antes, la transferencia de conocimiento es parte del ADN del CEDEX”

El Gabinete de Formación y Documentación del CEDEX es un elemento de carácter estructural del CEDEX para la formación, difusión y transferencia de tecnología generada en el organismo. Su actividad ha sido siempre seña de identidad del CEDEX hacia el exterior y fundamental en el desempeño de la colaboración público-privada.

Las funciones que desarrolla en su quehacer diario encajan de forma muy adecuada con diversas metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), entre los que cabe destacar el 4, Educación de Calidad, en concreto contribuyendo al aumento de las competencias para acceder al empleo (4.4) con la mejora de la formación de los alumnos; al incidir de forma particular en aspectos relacionados con la eliminación de la disparidad de género y colectivos vulnerables (4.5); y al fomentar la educación global para el desarrollo sostenible (4.7). En relación con el ODS 5, Igualdad de Género, debe subrayarse que su actividad fija como objetivo asegurar la participación plena de la mujer e igualdad oportunidades (5.5), y mejorar el uso de tecnología y las TIC (5.B). Por último, no es desdeñable la contribución del Gabinete a la consecución de las metas incluidas en los ODS 9, 11, 12, 13 14 y 15 a

través de las actividades de formación y difusión de información.

De igual forma, el Gabinete contribuye de forma básica a las prioridades fijadas en el Plan Estratégico CEDEX 2020-2022 (PEC 2020-2022) mediante la transferencia de conocimiento en colaboración con otros agentes públicos y privados, proveyendo formación e información técnica y científica de primer nivel a las empresas del sector de actividad económica relacionado con las competencias desarrolladas por el MITMA y el MITERD, así como a los propios centros directivos de dichos ministerios, a través de los programas de formación nacionales e internacionales y del extenso catálogo de publicaciones.

PROGRAMAS DE COOPERACIÓN EDUCATIVA

Universidades

El CEDEX ha establecido convenios de cooperación educativa con 9 universidades españolas con el objeto de acercar la formación universitaria a la realidad social y profesional de nuestro entorno, permitiendo completar el proceso formativo del alumnado. La puesta en práctica de los conoci-

mientos teóricos adquiridos, mediante la realización de prácticas que faciliten su posterior incorporación al mundo laboral, es considerada como una oportunidad de gran valor en general por el sistema universitario, y en el caso particular del CEDEX al poder acceder, a través de estos acuerdos, a instalaciones y personal con un alto grado de especialización en las diferentes disciplinas de la ingeniería civil y su medio ambiente asociado.

Como resultado, a lo largo del primer semestre de 2021 un total de 11 estudiantes de diversas uni-



Prácticas de aprendizaje del alumno de la Universidad de Alcalá durante los trabajos de muestreo del CEDEX en un embalse para las actividades del proyecto Albufeira.

versidades han realizado prácticas académicas en diferentes centros y laboratorios del CEDEX. La carga lectiva de cada práctica varía entre 150 y 500 horas y la formación se completa con la realización de una memoria dirigida por los tutores asignados en el CEDEX.

Institutos

El CEDEX también tiene convenios con cinco institutos de Educación secundaria para el desarrollo de un programa formativo en centros de trabajo, dirigido al alumnado que cursa Formación profesional reglada.

Al amparo de estos convenios, durante los meses de marzo a junio de 2021, se realizaron un total de 11 prácticas con una duración de 370 horas cada práctica.

FORMACIÓN INTERNA

El Plan de Formación Interna 2021 ha tenido como objetivo potenciar las capacidades, conocimientos y habilidades de los profesionales del CEDEX. Con esta finalidad se han desarrollado nuevas acciones formativas destinadas a satisfacer las necesidades detectadas en los centros del organismo. Así, se ha perfilado dicho plan como elemento importante para asegurar la mayor calidad del funcionamiento del CEDEX, no sólo en los aspectos administrativos, sino, y de forma especial, en las diversas líneas técnicas especializadas, en las que un organismo de investigación y experimentación como el CEDEX tiene una clara vocación de vanguardia. Todo ello sin dejar de lado el derecho de los empleados públicos a la formación y el perfeccionamiento profesional y personal.

CURSOS DEL CEDEX DE FORMACIÓN INTERNA

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LAS COMUNICACIONES	IDIOMAS	PUESTOS ESPECÍFICOS Y MEDIOAMBIENTALES	SALUD LABORAL
N° CURSOS = 6	N° CURSOS = 11	N° CURSOS = 26	N° CURSOS = 8
N° ASISTENTES = 84	N° ASISTENTES = 81	N° ASISTENTES = 148	N° ASISTENTES = 82
HORAS LECTIVAS = 188	HORAS LECTIVAS = 440	HORAS LECTIVAS = 349	HORAS LECTIVAS = 95

Atendiendo a estas premisas, se ha realizado un total de 51 cursos, parcialmente subvencionados por el INAP, con una carga lectiva de 1.072 horas y 395 alumnos. La actividad formativa se ha repartido de forma equilibrada entre todos los centros del CEDEX y la evaluación global por parte de los asistentes ha sido muy positiva.

En todos los cursos hay que destacar la continua adaptación a las nuevas tecnologías de formación con el desarrollo de las actividades formativas de forma remota, impulsada por la dificultad de la impartición presencial, habiéndose utilizado diferentes plataformas, tanto del CEDEX como de las empresas adjudicatarias de los cursos.

Es de destacar el desarrollo de una plataforma de aprendizaje utilizando *Moodle*, que ha facilitado la gestión de los cursos, y el uso de la aplicación SIGP (Sistema Integrado de Gestión de Personal) de la Administración Pública.

De forma complementaria a la formación interna, el personal del CEDEX se ha beneficiado de la formación impartida por el MITMA, INAP y otros organismos de la Administración.



CURSOS

Entre las actividades de formación externa del CEDEX destacan la realización de cursos, seminarios y jornadas dirigidas al público nacional e internacional especializado.

En lo referente a los cursos de larga duración, se ha impartido, en su 39ª edición, el **Máster en Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica** del CEDEX como título propio de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), de cuya oferta formativa es parte, teniendo una equivalencia de 60 créditos ECTS (*European Credit Transfer and Accumulation System*). Este máster se ha venido impartiendo sin interrupción desde los 1980s. En 2021 ha contado con la participación de 25 alumnos: 5 de España, 2 de los Países Bajos, y el resto de países hispanoa-

americanos (Perú, Costa Rica, Chile, Honduras, México, República Argentina y Uruguay). Se han impartido 560 horas lectivas, incluyendo la elaboración de la Tesina Fin de Máster. El máster se ha realizado en *streaming* en su primera parte lectiva y ha finalizado con la formación presencial para la realización de las prácticas.

Dentro de la formación en ámbito internacional se ha realizado el **Curso ERTMS online**, con una duración de 25 horas, para el personal de la empresa PROXION (Finlandia).

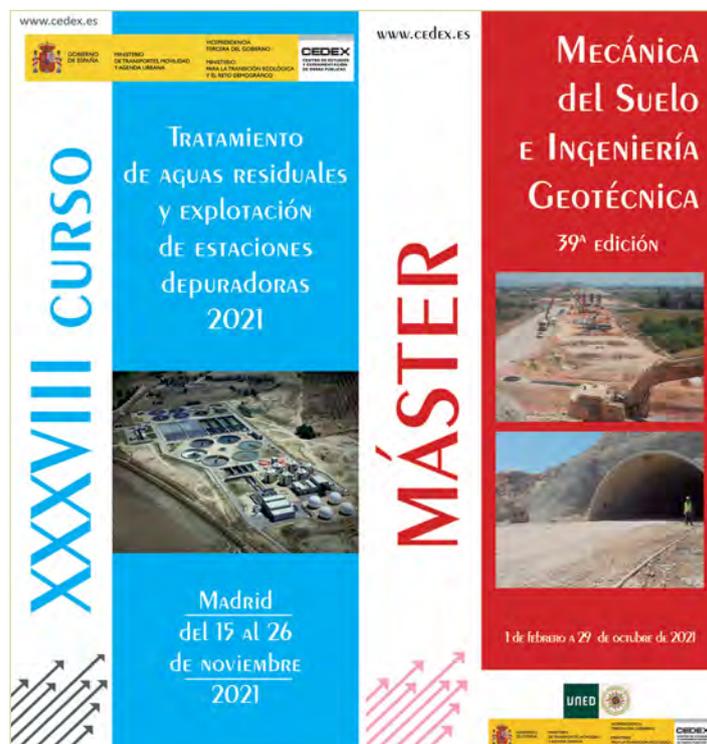
Uno de los cursos de mayor prestigio impartidos en el CEDEX en el campo de la ingeniería civil y el medio ambiente es el **Curso sobre Tratamiento de Aguas Residuales y Explotación de Estaciones Depuradoras**, que viene realizándose desde 1983 y cuya edición 38ª se ha

celebrado de forma presencial en noviembre de 2021. En el curso han participado 55 alumnos, y ha constado de 80 horas, incluidas dos visitas a estaciones depuradoras.

Por último, para 25 trabajadores de la Junta de Castilla y León, se ha realizado el **Curso de Auscultación de Carreteras**, en la modalidad de *streaming*, con una carga lectiva de 15 horas.

JORNADAS

Entre los diferentes servicios ofrecidos por el CEDEX en 2021 se incluye la organización de 24 eventos, entre reuniones, plataformas, jornadas y exámenes, en los que las instalaciones del CEDEX han sido elegidas sede de celebración por distintas instituciones, tanto públicas como privadas, y con una notable afluencia de público.



Cubiertas de presentación para los folletos del Máster de Mecánica del Suelo y del Curso de Tratamiento de Aguas.

Premio Nacional de Ingeniería Civil

El Premio Nacional de Ingeniería Civil (PNIC) se establece con carácter anual por Orden de 3 de agosto de 2001 y como recompensa y reconocimiento a la meritoria trayectoria profesional desarrollada fundamentalmente en España en el ámbito de la ingeniería civil. El CEDEX impulsa y se encarga de gestionar las tareas asociadas a la concesión de este prestigioso galardón. En su edición 2021 recayó en la ingeniera de caminos Carmen de Andrés Conde.



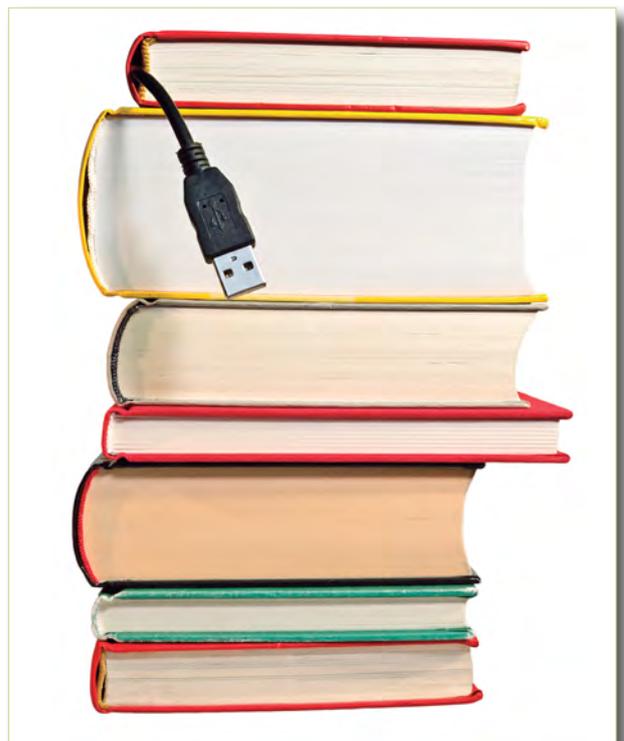
En la imagen, la ingeniera de caminos Carmen de Andrés, Premio Nacional de Ingeniería Civil 2021.

DOCUMENTACIÓN Y RED DE BIBLIOTECAS

El CEDEX presta servicio de información bibliográfica y documental a través de su Red de Bibliotecas, especializadas en materias de ingeniería civil y medio ambiente. Ubicadas en los diferentes centros, y coordinadas desde su Biblioteca Central, actúan como sistemas de información y de gestión del conocimiento, suministrando documentación técnica nacional e internacional con el objetivo de dar apoyo al per-

sonal técnico del CEDEX en los ensayos y trabajos que se llevan a cabo en los diferentes centros y laboratorios.

La Red de Bibliotecas del CEDEX ha realizado nuevas adquisiciones en 2021, tanto de monografías especializadas como de normas técnicas de índole diversa (UNE, ISO, ASTM, DIN, AFNOR, ACI, NEN, CEN-TS, etc.), lo que ha permitido satisfacer todas las solicitudes de libros y otros recursos documentales, y enriquecer así los fondos bibliográficos de la Red de Bibliotecas. Las bibliotecas del CEDEX se adaptan a las nuevas tecnologías, de ahí que muchos de los nuevos documentos que se han adquirido sean en formato electrónico. Así, la mayoría de las normas técnicas y artículos de revistas se adquieren en formato PDF, habiéndose empezado a incluir libros digitales.



Pila de libros con un cable USB
(Fuente: Shutterstock).

El catálogo colectivo de la Red de Bibliotecas se ha incrementado en 806 registros, alcanzando los 132.448 títulos y 166.908 volúmenes. En el catálogo están incluidos los títulos de monografías, revistas, mapas, recursos electrónicos e informes técnicos elaborados por el CEDEX. El acceso al catálogo es público y está disponible para su consulta a través de la página web del CEDEX: <http://vopac.cedex.es/opac>

Las bibliotecas cuentan con acceso a la base de datos WOS (*Web of Science*), cuya suscripción ha sido renovada a través de la FECYT. Esta base de datos, de referencias bibliográficas multidisciplinarias, ofrece a los técnicos e investigadores conocer la bibliografía publicada en sus respectivas áreas de interés, el impacto obtenido de los artículos que han publicado en revistas internacionales y las citas de esos artículos. A su vez, las bibliotecas se han utilizado como una herramienta más para realizar búsquedas de artículos y localizar información de interés para los técnicos del CEDEX.

Con respecto a los servicios de atención al público, en 2021 ha predominado la atención telemática, a través del envío de documentos por email u otros servicios de transferencia de archivos informáticos por internet como *WeTransfer*. Se ha dado servicio, tanto de manera presencial como telemática, al personal del CEDEX y también a usuarios externos, en su mayoría estudiantes universitarios.

Además, las bibliotecas se han visto enriquecidas con los trabajos y publicaciones que se han generado a partir de la consulta y catalogación de los documentos albergados en los archivos de Eduardo Torroja y Carlos Fernández-Casado, ar-

chivos gestionados desde el Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (CEHOPU) en coordinación con la Biblioteca Central.

PUBLICACIONES

El CEDEX, en su calidad de Unidad Editorial del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, y dentro del Plan General de Publicaciones de la Administración General del Estado (AGE), ha continuado impulsando la transferencia de conocimiento a través de las publicaciones técnicas del organismo y de la revista *Ingeniería Civil* en los ámbitos de la obra pública, la ingeniería civil, el medio ambiente y la movilidad.

Este programa editorial es un medio de comunicación y de difusión de las actividades que se realizan en el organismo, generando un beneficio para la ciudadanía y los agentes sociales, encontrándose todas las publicaciones oficiales del CEDEX en el *Catálogo de Publicaciones*, accesible en <https://catalogo.cedex.es/>

En 2021 se han editado diferentes publicaciones tanto en soporte papel como en soporte electrónico, que se detallan a continuación:

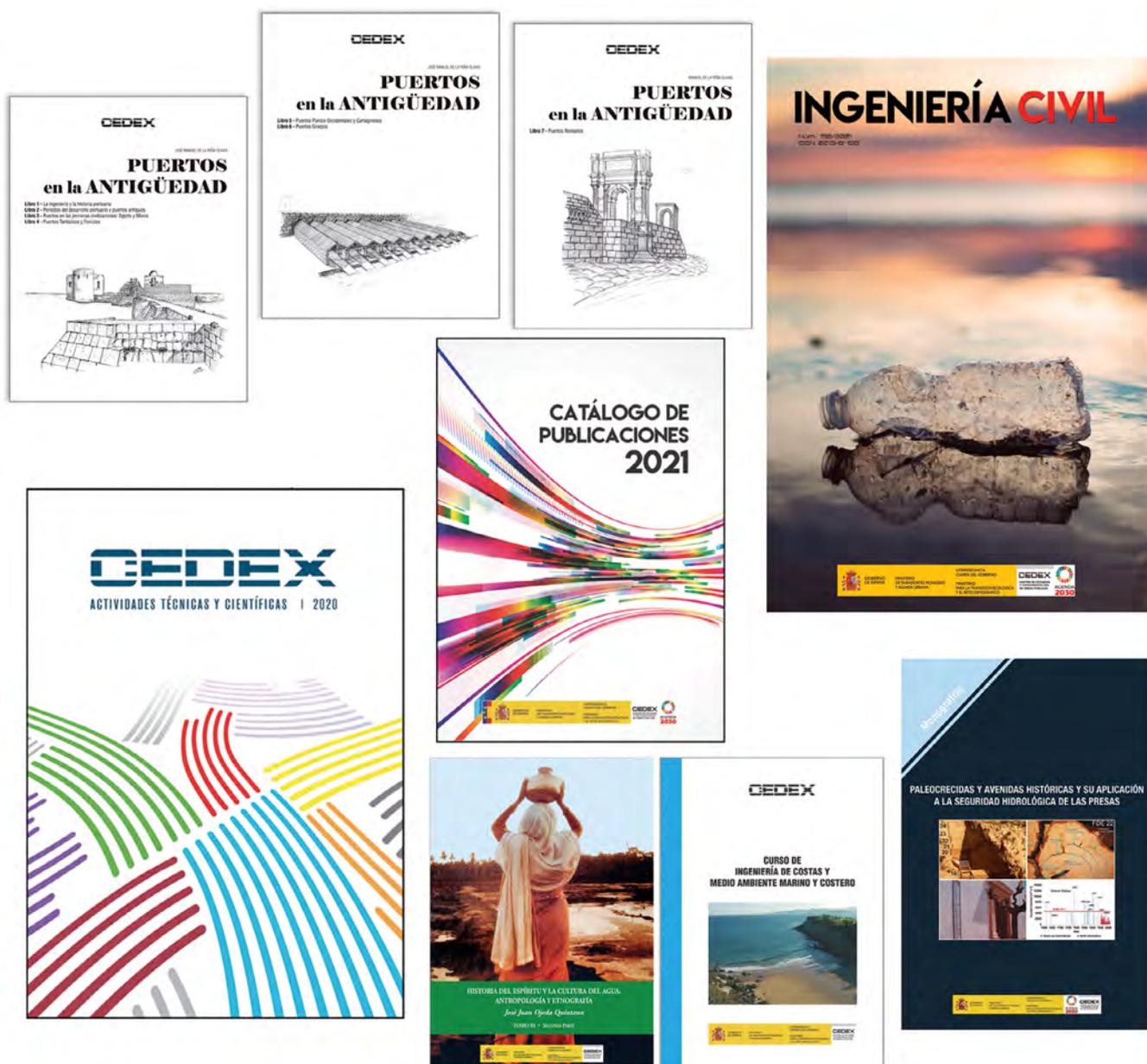
- *Historia del espíritu y la cultura del agua: Antropología y Etnografía*. Tomo III (2 v.)
- *Puertos en la Antigüedad* (3 v.)
- *Curso de ingeniería de costas y medio ambiente marino y costero*
- *Paleocrecidas y avenidas históricas y su aplicación a la seguridad hidrológica de las presas* (Monografía M-143)
- *Caracterización del estado ecohidromorfológico y de los servicios ecosistémicos culturales de las masas de agua de tramo del río*

Duero comprendido entre Toro y Zamora.
Contribución del CEDEX al proyecto DRAINAGE (Cuaderno de Investigación C-55)

- *Guía metodológica para el análisis coste-beneficio de actuaciones estructurales de defensa frente a inundaciones* (Manuales y Recomendaciones R-24)
- *Anuario de Aforos Digital 2018-2019*
- *XXXVIII Curso sobre Tratamiento de Aguas Residuales y Explotación de Estaciones Depuradoras*

- *Catálogo Digital de Publicaciones CEDEX 2021*
- *CEDEX: Actividades Técnicas y Científicas, 2020*
- *CEDEX: Technical and Scientific Activities, 2020*

Finalmente, en 2021 se han editado dos números de la revista *Ingeniería Civil* (198 y 199) publicados en papel y digitalmente, siendo de libre acceso, a través de la web oficial del CEDEX <http://ingenieriacivil.cedex.es/index.php/ingenieria-civil/index>







**PROYECTOS
RELEVANTES**



PROYECTOS RELEVANTES /CET

ENSAYO A ESCALA REAL Y CARACTERIZACIÓN EN LABORATORIO DE NUEVAS MEZCLAS BITUMINOSAS

Contacto: jorge.carnerero@cedex.es

El ensayo consiste en el estudio y comparación de la evolución del comportamiento de dos tipos de mezcla bituminosa, una con áridos obtenidos de los residuos de construcción y demolición (RCD) y la otra, una mezcla bituminosa convencional mediante la realización de un ensayo en la Pista de Ensayo Acelerado de Firmes a Escala Real del Centro de Estudios del Transporte (CET) del CEDEX.

El ensayo, que a la finalización del año continuaba en ejecución, se refiere únicamente a la caracterización de las mezclas en capa de rodadura, con un espesor de aproximadamente 6 cm. Cada una de las dos secciones tiene una longitud construida de 25 m. Las secciones de ensayo se han colocado en el tramo recto, Este, de la pista de ensayo de firmes del CET.

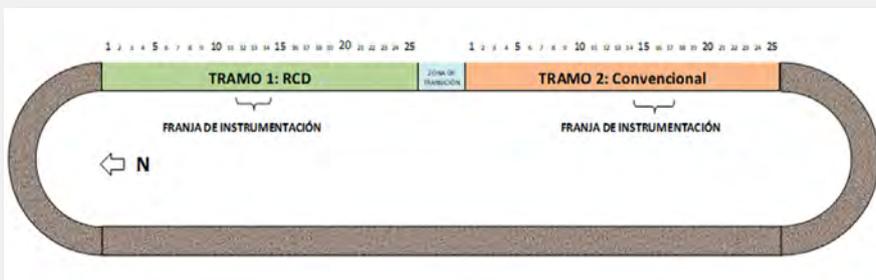
El estudio consiste, por un lado, en la toma de muestras de las dos mezclas, que se llevó a cabo durante el extendido en la pista de ensayo del CET y la realización de los pertinentes ensayos en laboratorio; y, por otro lado, en la ejecución de la prueba dinámica a escala real en la pista del CET, en la que se simula el paso de vehículos mediante la aplicación de un total de 25.000 ciclos de carga con dos carros de un semieje normalizado de 6,5 t.

Se ha colocado la instrumentación necesaria en ambas secciones para caracterizar, de manera comparativa, el comportamiento estructural de las mezclas, para medir en tiempo real deformaciones, tensiones y temperaturas.

Igualmente, se está evaluando la capacidad portante del firme mediante la medición de deflexiones cada 7.500 ciclos aproximadamente.



↑ Instrumentación.



← Esquema en plantas de las secciones de ensayo.

ENCARGO DE LA DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA PARA LA REALIZACIÓN DE ASISTENCIA TÉCNICA, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN HIDRÁULICA CONTINENTAL

Contacto: luis.balairon@cedex.es

En 2021 el Laboratorio de Hidráulica ha comenzado los trabajos incluidos en un encargo que la Dirección General del Agua encomendó al CEDEX en diciembre de 2020 para la realización de asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico en hidráulica continental con un plazo de 3 años.

El objeto de este encargo es la realización de una serie de estudios hidráulicos mediante modelación física y numérica (11 estudios en total) de los dispositivos de desagüe de diversas presas en distintas confederaciones hidrográficas en las que se han identificado problemas para el cumplimiento de sus funciones con la seguridad que estas infraestructuras requieren.

Durante 2021 han comenzado los trabajos correspondientes a las presas de Yesa (CH Ebro), Terroba (CH Ebro), Pálmaces (CH Tajo), Rumbiar (CH Guadalquivir) y Amadorio (CH Júcar). Además de estas 5 presas, en el encargo se prevé trabajar durante 2022 y 2023 en las presas de Jándula (CH Guadalquivir),

Tranco de Beas (CH Guadalquivir), Aguilar de Campoo (CH Duero), El Regajo (CH Júcar), La Fuensanta (CH Segura) y Vega del Jabalón (CH Guadiana).

Los estudios realizados en 2021 se han acometido mediante modelos físicos y numéricos (2D y 3D), y todos ellos tienen por objeto la mejora y/o ampliación de los aliviaderos de superficie de las respectivas presas (excepto el de la presa de Terroba, que es relativo a la mejora de su desagüe de fondo).

En los modelos físicos se analiza el comportamiento hidrodinámico del flujo en las estructuras hidráulicas en estudio, registrando las principales variables hidráulicas para su caracterización. En



↑ Modelación física del nuevo aliviadero de la presa de Yesa (CH Ebro).

particular, en varios de los estudios se están realizando mediciones de presiones dinámicas con unos transductores de presión dinámica piezorresistivos de alta sensibilidad, para cuya adquisición digital se emplea un Scanivalve, lo que representa una innovación en el proceso de escaneo electrónico de presiones en múltiples puntos.

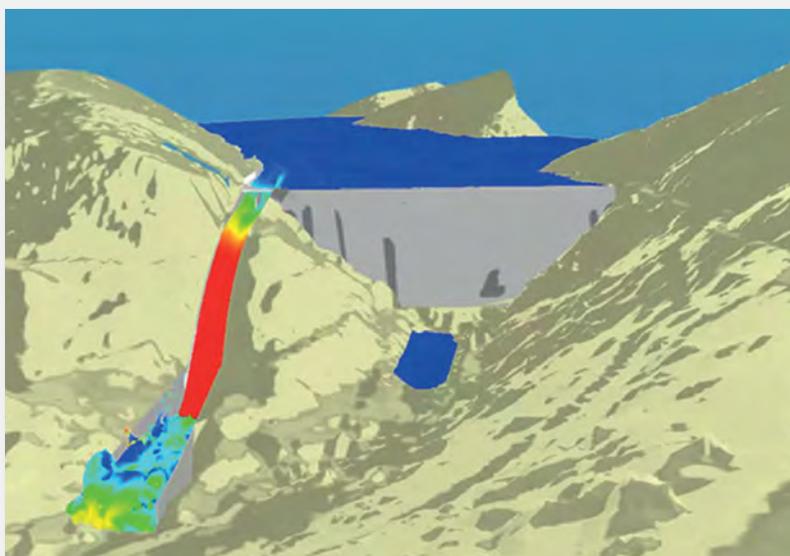
De todos estos trabajos puede destacarse, por su especial relevancia, el relativo al aliviadero de la nueva presa de Yesa, la cual se está recreciendo en la actualidad mediante una nueva presa de escollera con pantalla de hormigón apoyada sobre el paramento aguas abajo de la actual presa. Esta actuación en curso es una de las de mayor importancia en materia de presas en España, y para la correcta definición del aliviadero recrecido, las conclusiones del estudio realizado en el CEDEX son determinantes.

Para el seguimiento de este encargo se constituyó una comisión de seguimiento (presidida por el

director general del Agua y de la que forma parte también la directora del CEDEX) que se reunió dos veces en 2021 (junio y diciembre).

Este encargo, además, se complementa con otros dos encargos formalizados también en 2021 para la realización de sendos estudios hidráulicos, uno del aliviadero de la presa de Arenós (CH Júcar) y otro del interceptor general de la zona norte de Murcia (CH Segura), los cuales también se han iniciado durante este año.

- En 2021 el Laboratorio de Hidráulica ha comenzado los trabajos incluidos en un encargo que la DGA encomendó al CEDEX en diciembre de 2020 para la realización de diversos estudios hidráulicos en presas con un plazo de 3 años
- Este año se han comenzado los trabajos correspondientes a las presas de Yesa (CH Ebro), Terroba (CH Ebro), Pálmaces (CH Tajo), Rumblar (CH Guadalquivir) y Amadorio (CH Júcar)



↑ Modelación 3D del aliviadero de la presa del Rumblar (CH Guadalquivir).

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN ESPAÑA

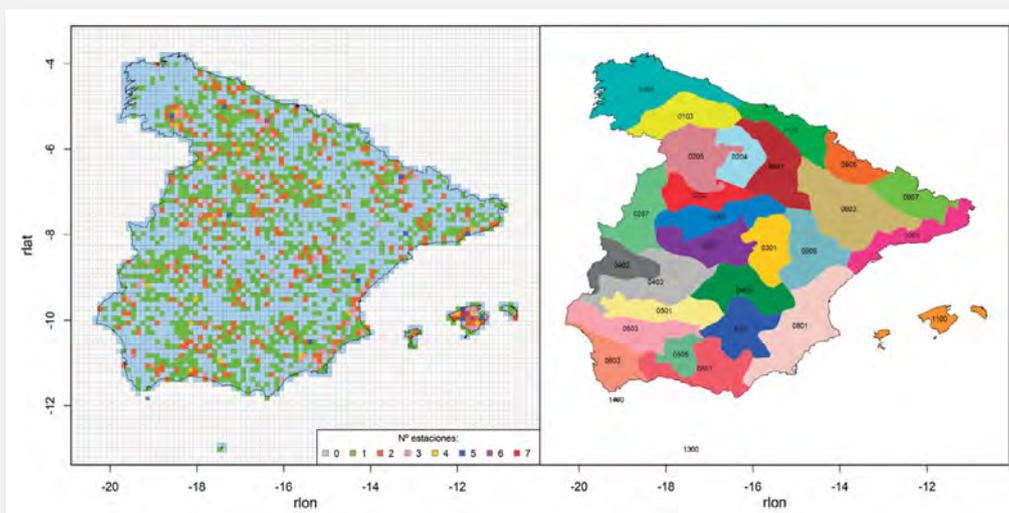
Contacto: celia.garcia@cedex.es

El Centro de Estudios Hidrográficos (CEH) ha concluido la evaluación del impacto del cambio climático en las precipitaciones máximas en España, cuyos resultados facilitan la incorporación de las posibles repercusiones del cambio climático en la incidencia de las inundaciones en la revisión de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (2021).

El CEH trabaja desde hace años en la evaluación del impacto del cambio climático en distintos aspectos de las aguas continentales como el ciclo hidrológico, los sistemas de explotación, las demandas o el estado ecológico de las masas de agua. En ese contexto, e incluido en el Programa por el que se definen las líneas de trabajo que ha de desarrollar el CEDEX para la Dirección General del Agua en relación con la investigación y el desarrollo en recursos e infraestructuras hidráulicas (2018), se lleva a cabo este trabajo que finalizó en 2021.

El trabajo consiste en la evaluación del impacto del cambio climático en las precipitaciones máximas en España, considerando distintos intervalos temporales, pudiendo considerarse como la actualización y extensión de trabajos previamente

realizados o supervisados por el CEDEX, como la *Evaluación del Impacto del cambio climático en los recursos hídricos en régimen natural* (2010) y la *Incorporación del cambio climático en la evaluación preliminar del riesgo de inundación (EPRI) en el segundo ciclo de aplicación de la directiva de inundaciones (2007/60/CE)* (2018). Para su elaboración, se han empleado simulaciones de 15 modelos climáticos regionales de EURO-CORDEX para dos escenarios de emisión (RCP 4.5 y 8.5), así como de la precipitación diaria observada de 2.079 estaciones de AEMET. El estudio acomete mejoras respecto a estudios anteriores, como el análisis del comportamiento de seis variables de precipitación máxima anual asociadas a diferentes intervalos temporales (precipitación diaria, convectiva diaria, horaria y acumulada en 3, 6 y 12

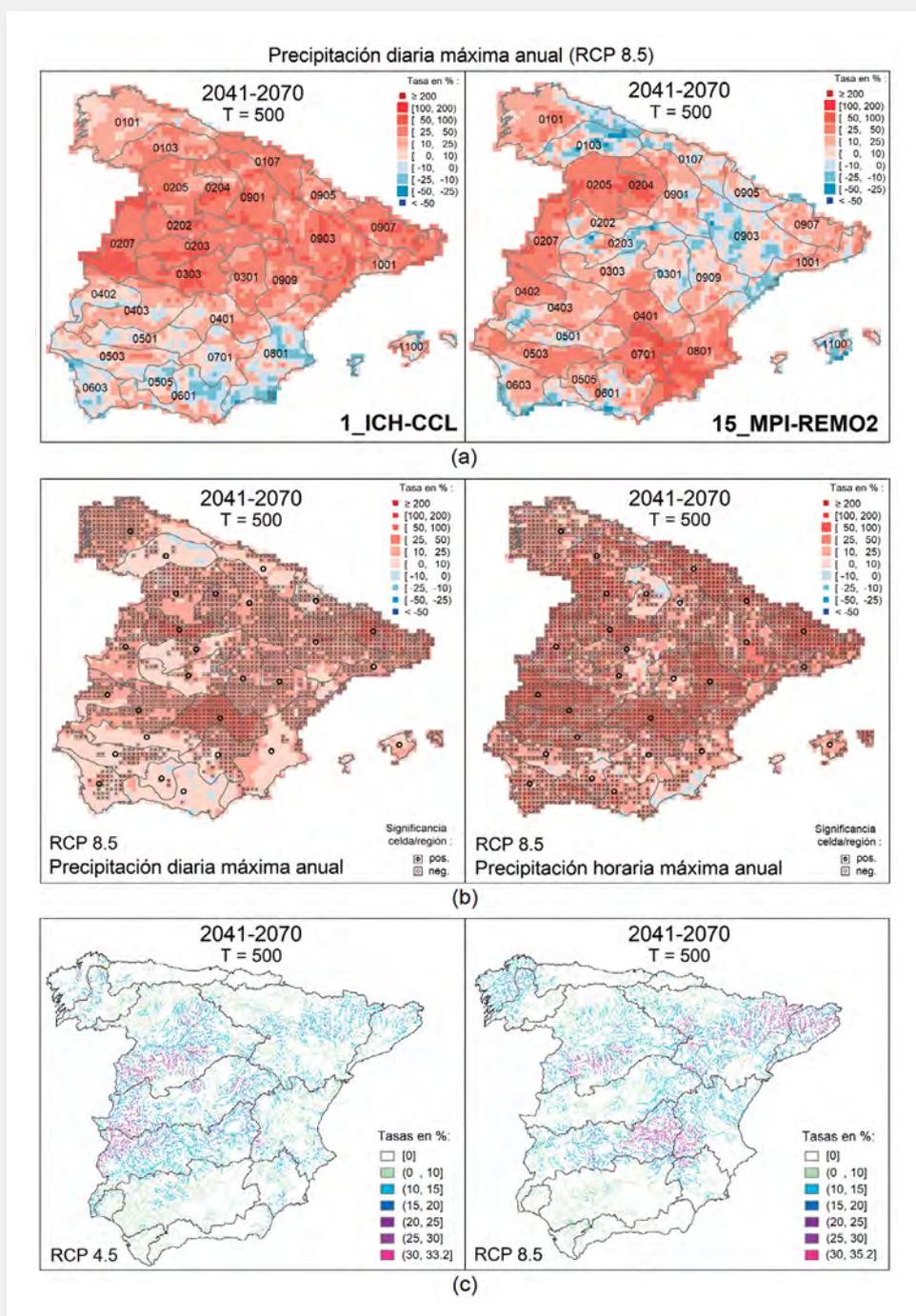


↑ Celdas y regiones en la zona de estudio.

horas máxima anual), tanto a nivel de celda como a nivel de región, así como un mayor número de modelos climáticos, periodos de impacto (2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100), modelos estadísticos (ajuste regional de la distribución SQRT-ET_{max} y ajuste local de la distribución GEV), periodos de retorno (10, 100 y 500 años), y valores representativos de las tasas de cambio resultantes del con-

junto de modelos climáticos (media y percentiles 10 y 90).

El trabajo ha constado de las siguientes etapas: (i) análisis del comportamiento de las series de precipitación máxima anual procedentes de modelos climáticos respecto a series observadas; (ii) análisis de tendencias, y cambios en la mediana, varianza y



↑ (a) Variabilidad en tasas de cambio en cuantil de modelos climáticos; (b) tasas de cambio en cuantil medias; y (c), identificación preliminar de tramos fluviales afectados por el cambio climático.

estacionalidad de las series de precipitación máxima anual procedentes de modelos climáticos en los periodos de impacto; (iii) estimación de tasas de cambio en cuantil medias (y asociadas a percentiles para valorar su incertidumbre) de las series de precipitación máxima anual procedentes de modelos climáticos, evaluación de la significancia estadística, así como estimación de cambios en el factor de torrencialidad; y (iv), análisis de cambios en cuantil de precipitación diaria máxima anual acumulada en la red fluvial.

Se ha identificado una elevada variabilidad de resultados entre los modelos climáticos y las diversas fuentes de incertidumbre, por lo que se recomienda cautela en su aplicación. Destaca la importancia de evaluar la significancia de las tasas de cambio en cuantil para identificar cambios debidos al cambio climático. Se han observado tendencias y cambios significativos que se intensifican a menor duración de precipitación, siendo más marcados para el RCP 8.5 y último periodo de impacto, así

como tasas de cambio significativas de mayor extensión y magnitud para precipitación horaria que diaria, indicando mayor torrencialidad. Se han obtenido tasas de cambio en precipitación máxima acumulada en la red fluvial de hasta el 35 %.

Se recomienda el uso de los mapas de tasas de cambio (https://ceh.cedex.es/web_ceh_2018/Imp_CClimatico_Pmax.htm) asociados al modelo de ajuste del estudio vigente de precipitaciones máximas que está actualmente en revisión.

- Resultados usados en la incorporación del efecto del cambio climático en la revisión de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación
- Existe elevada variabilidad de resultados entre modelos climáticos: cautela en su aplicación
- Se ha observado un aumento de la torrencialidad, y tasas de cambio en precipitación máxima acumulada en la red fluvial de hasta el 35 %



PROYECTOS RELEVANTES /CEH

PROYECTO ALBUFEIRA: PROGRAMA DE EVALUACIÓN CONJUNTA DE LAS MASAS DE AGUA DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS HISPANO-PORTUGUESAS

Contacto: manuel.toro@cedex.es

El proyecto Albufeira tiene por objetivo mejorar la coordinación de las acciones para promover y proteger el buen estado de las masas de agua compartidas, y para su protección y aprovechamiento sostenible.

Contempla la armonización de las metodologías de evaluación del estado o potencial ecológico, y la definición de las medidas necesarias para alcanzar los objetivos medioambientales.

Plantea la mejora de la gestión de los espacios protegidos vinculados a estas masas, por medio de metodologías que integren los requisitos de la Directiva Marco del Agua (DMA) y de la Red Natura 2000, mejorando la protección coordinada de las especies y hábitats de gran valor que albergan.

El proyecto Albufeira está cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del programa Interreg V-A España-Portugal (POCTEP) 2014-2020. El CEDEX es uno de los socios del proyecto Albufeira, junto con el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, la Agência Portuguesa do Ambiente (APA), el Instituto Superior de Agronomía de la Universidad de Lisboa (ISA) y el Instituto Politécnico de Leiria.

El Centro de Estudios Hidrográficos (CEH) del CEDEX ha participado en los trabajos programados en el proyecto Albufeira, realizando en 2019, 2020 y 2021 campañas conjuntas de toma de muestras en ma-

sas de aguas fronterizas y transfronterizas: 7 en embalses (Alqueva, Chanza, Cedillo, Saucelle y Salas), 5 en estuarios (Miño y Guadiana) y 47 en ríos (cuencas del Miño, Duero, Tajo y Guadiana). Con los datos obtenidos en campo y en los análisis de laboratorio para los indicadores químicos y biológicos (fitoplancton, fitobentos, macrófitos, macroinvertebrados y fauna ictiológica), ambos países han evaluado simultáneamente el estado ecológico de estas masas, aplicando sus protocolos. Para detectar las posibles discrepancias en su aplicación, se han llevado a cabo ejercicios de intercalibración de las metodologías de muestreo en campo y de aplicación de los índices y métricas de evaluación del estado.



↑ Campaña de muestreo conjunta en el embalse fronterizo de Chanza (Huelva).

Uno de los objetivos principales del proyecto es proponer y validar una metodología conjunta para el seguimiento del estado o potencial ecológico de las masas de agua compartidas. Además, se realizará un inventario transfronterizo de tipos de hábitat y de especies de flora y fauna ligados al medio acuático presentes en los espacios de la Red Natura 2000, con los requerimientos específicos por especie.

El proyecto Albufeira nace en la 3ª Conferencia de las Partes del Convenio sobre Cooperación para la Protección y el Aprovechamiento Sostenible de las Aguas de las Cuencas Hidrográficas Hispano-Portuguesas (Convenio de Albufeira), para asumir los desafíos de la gestión de las masas de agua compartidas, y para atender a las necesidades de armonización detectadas por la Comisión Europea en el seguimiento de la DMA

<https://pocetpalbufeira.org/>



↑ Toma de datos físico-químicos en el río Salareja (cuenca del Guadiana).

AVANCES EN LA MODELACIÓN NUMÉRICA 2D DEL FLUJO EN CAUCES Y RÍOS: IBER 3.0

Contacto: david.lopez@cedex.es

Iber es un modelo numérico bidimensional de simulación de flujo turbulento en lámina libre en régimen variable para el estudio hidromorfológico de cauces que fue desarrollado en 2010 en el marco de un convenio suscrito entre el CEDEX y la Dirección General del Agua (y en colaboración con el Grupo de Ingeniería del Agua de la Universidad de A Coruña, y el Grupo Flumen de la Universidad Politècnica de Catalunya).

La versión 1.0 de Iber (2010) constaba de 3 módulos de cálculo principales: un módulo hidrodinámico, un módulo de turbulencia y un módulo de transporte de sedimentos. Más adelante (en 2016), y en el marco de otra encomienda de gestión entre el CEDEX y la DGA, se introdujeron una serie de mejoras en Iber que dieron lugar a la versión 2.0 del modelo (que comportaba mejoras de la interfaz, introducía importantes avances en el módulo hidrodinámico, y en la que se generaban unos nuevos módulos de hábitat hidráulico y de calidad del agua).

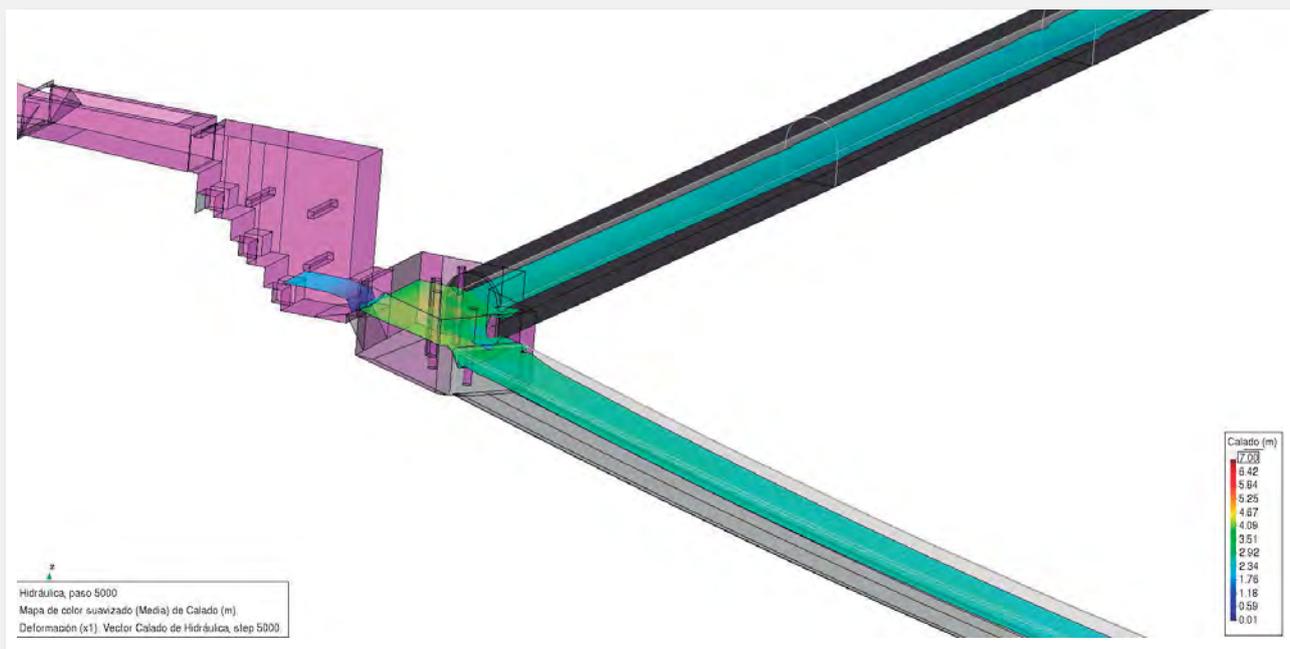
La colaboración entre la DGA, el CEDEX y los anteriores grupos universitarios se ha manteni-

do constante durante todo este tiempo y se ha consolidado introduciendo nuevas mejoras en el modelo Iber que han dado lugar a la versión 3.0 que ha finalizado en 2021, siendo presentada en una jornada celebrada en el Centro de Estudios Hidrográficos (CEH) en noviembre de 2021. Entre los avances que incluye esta versión 3.0 del modelo Iber pueden destacarse la incorporación y mejora de los siguientes módulos temáticos:

- Drenaje dual. Integración de la simulación del flujo en redes de drenaje en el subsuelo con el flujo superficial.



↑ Modelación con Iber de la desembocadura del río Guadalquivir en Málaga.



↑ Modelación con Iber del interceptor norte de Murcia.

- Avance en el módulo de simulación hidrológica considerando tanto el flujo superficial como la erosión de suelos.
- Mejora del módulo de transporte de sedimentos por arrastre de fondo incluyendo la capacidad de trabajar con granulometrías no uniformes (mezclas de sedimentos).

Además, se incorporan técnicas de supercomputación sobre GPU que permiten abordar ámbitos de estudio más amplios reduciendo los tiempos de cálculo. Finalmente se ha realizado un esfuerzo por simplificar el entorno de trabajo con el desarrollo de una nueva interfaz de Iber 3.0.

Por otro lado, Iber es un modelo de descarga gratuita que ha facilitado mucho la realización de los estudios fluviales bidimensionales necesarios para los trabajos desarrollados en este ámbito desde la DGA, en particular los relacionados con los Planes de Gestión del Riesgo de Inundaciones.

El impulso, coordinación y desarrollo del modelo Iber forma parte de una línea estratégica muy relevante del CEH en materia de innovación tecnológica, en el campo de la modelación numérica en la hidráulica, que hasta la fecha ha sido muy fructífera.

Ha supuesto, asimismo, un fortalecimiento muy importante de las capacidades del CEDEX que ha permitido dar un salto tecnológico relevante en el alcance de los estudios que se realizan. Gracias a esta herramienta (además de a otros modelos matemáticos 3D desarrollados íntegramente en el CEDEX), el Laboratorio de Hidráulica realiza ahora sus estudios hidráulicos con técnicas de modelación híbrida, mejorando en mucho la capacidad y el alcance de los trabajos.

Iber forma parte también de la actividad de transferencia de conocimiento que hace el CEDEX en las materias en las que trabajamos. De hecho, el modelo cuenta con muchos usuarios en diferentes países, en particular en Latinoamérica.

- Iber es un modelo numérico 2D de simulación de flujo turbulento en lámina libre en régimen variable para el estudio hidromorfológico de cauces que fue desarrollada en 2010 por encargo de la DGA (y en colaboración con la Universidad de A Coruña, y la Universidad Politècnica de Catalunya).
- Además de la versión 1.0 de 2010, en 2016 se presentó la versión 2.0 del modelo y en 2021 se ha finalizado la versión 3.0, de nuevo por encargo de la DGA



PROYECTOS RELEVANTES /LIF

LA EMPRESA COMÚN ERJU (EUROPE'S RAIL JOINT UNDERTAKING): LA I+D FERROVIARIA PARA LA PRÓXIMA DÉCADA

Contacto: jorge.iglesias@cedex.es

El CEDEX, con ADIF, Renfe Operadora e Ineco, ha conseguido ser miembro fundador de la empresa común Europe's Rail Joint Undertaking (ERJU) que agrupa a la Comisión Europea y al conjunto de 25 miembros fundadores. ERJU será la vía de participación en la I+D ferroviaria europea en la década 2022-2031.

2021 ha sido el lanzamiento de la empresa común europea de I+D ferroviaria denominada *Europe's Rail Joint Undertaking* (ERJU), que se ha configurado como continuación de la iniciativa anterior que cubrió el lustro 2017-2022, denominada *Shift2Rail* (S2R). Esta nueva empresa común lanzará proyectos de I+D durante los próximos 7 años y, por tanto, cubrirá la I+D ferroviaria durante la década 2022-2031. La gran diferencia es que mientras en S2R el sector público ferroviario español no fue admitido como miembro fundador de la empresa común, en esta nueva iniciativa sí se ha conseguido que el grupo ferroviario del MITMA participe como miembro fundador de ERJU.

La candidatura del MITMA está encabezada por Adif, y la constituyen Renfe Operadora, el Cedex e Ineco como entidades afiliadas. Durante 2021 se llevaron a cabo las negociaciones tanto entre

los miembros de esta candidatura, como con la Comisión Europea, para conseguir la admisión de la misma en calidad de miembro fundador de ERJU. Su admisión final en julio de 2021 se puede considerar un gran éxito del sector ferroviario público español, ya que mediante su pertenencia a ERJU se asegura un posicionamiento de primera línea en la I+D ferroviaria en los próximos 10 años.

La figura 1 muestra los 25 miembros fundadores de ERJU: 10 ferrocarriles europeos, que en la mayoría de los casos incluyen al Administrador de Infraestructura y al Operador público, 13 empresas europeas de material ferroviario, tanto de material rodante como de vía y señalización, y, por último, dos centros de investigación ferroviarios europeos. El ERJU se configura por tanto como una empresa común en la que el 50 % del presupuesto es apor-



↑ Figura 1. Relación de miembros fundadores del ERJU (*Europe's Rail Joint Undertaking*).

tado por los miembros fundadores y el restante 50 % por la Comisión Europea.

El presupuesto inicial de ERJU se consideraba alrededor de los 1200 M€, que divididos entre los 20 miembros fundadores estimados inicialmente arrojaban una cifra de participación en proyectos por cada miembro fundador en el entorno de los 60 M€. Como el número final de miembros fundadores ha sido superior, el presupuesto de cada miembro fundador es ligeramente inferior. En el caso de la candidatura del MITMA, el presupuesto definitivo es el que se muestra en la figura 2, con un total de algo más de 53 M€ en proyectos de I+D, de los que 6,6 M€ deberán ser desarrollados por el CEDEX. De esta cantidad, cerca del 50 % será financiado por la Comisión Europea.

Dicho presupuesto para el CEDEX supone que a lo largo de esa década se debe realizar un esfuerzo muy notable de participación en proyectos de I+D. Si bien el LIF será el laboratorio del CEDEX que más participe en ERJU, también el Laboratorio de Geotecnia (LG) y el Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEYM) participarán en el mismo.

ERJU ya ha publicado en su página *web* tanto el Programa Marco (*Master Plan*) como el Programa Multianual de Trabajos (*Multi-Annual Working Plan*), en los que se enumeran de forma detallada los objetivos de esta empresa común de I+D.

	TOTALES	COSTES I+D+i	COSTES ADM.	PORCENTAJES
ADIF	27.038.500,00	26.428.000,00	610.500,00	49,65%
ADIF-AV	2.455.500,00	2.400.000,00	55.500,00	4,51%
RENFE	13.614.500,00	13.307.000,00	307.500,00	25,00%
CEDEX	6.807.000,00	6.653.000,00	154.000,00	12,50%
INECO	4.544.500,00	4.442.000,00	102.500,00	8,34%
TOTALES	54.460.000,00	53.230.000,00	1.230.000,00	100,00%

↑ **Figura 2.** Presupuesto desglosado del consorcio del MITMA en el ERJU.



ENSAYO DE CERTIFICACIÓN DE UN NUEVO SOFTWARE EVC (EQUIPO EMBARCADO ERTMS) DE HITACHI, USANDO EL NUEVO SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE ENSAYOS DEL LABORATORIO DE EUROCABINA

Contacto: rodrigo.caceres@cedex.es

El equipo embarcado ETCS de la compañía Hitachi, con sus distintas versiones de software, ha sido validado técnicamente en el Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF), del CEDEX, a través de varias campañas de ensayo que culminaron con la campaña final realizada en 2021. Este equipo embarcado es el que equipa los trenes franceses de alta velocidad TGV y la realización de estos ensayos de certificación en el LIF constituye un hito de gran relevancia.

Las especificaciones de prueba, o ensayos a los que se debe someter un equipo embarcado ETCS están definidas en el Subset-076 del Anexo A de las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad (ETI).

El Subset-076 define los casos de prueba donde se verifican todos los requisitos de las especificaciones vinculados al equipo embarcado o EVC (*European Vital Computer*). Igualmente define las secuencias de prueba que hacen referencia al encadenamiento de un conjunto de diferentes casos de prueba con el objetivo de poder ser simulados en los bancos de ensayo correctamente. El número de secuencias definidas en el Subset-076 para completar la validación de un equipo embarcado está constituido por más de 700 secuencias diferentes, y con la simulación de cada secuencia se comprueba la reacción del EVC a distintas acciones de acuerdo con las especificaciones del sistema ERTMS.

El LIF ha realizado 4 campañas de certificación del Subset-076 sobre este equipo embarcado ETCS de Hitachi desde abril del 2017.

Para la realización de la cuarta campaña se ha utilizado el sistema de automatización de ensayos de Eurocabina desarrollado e implementado en el laboratorio a lo largo de 2020.

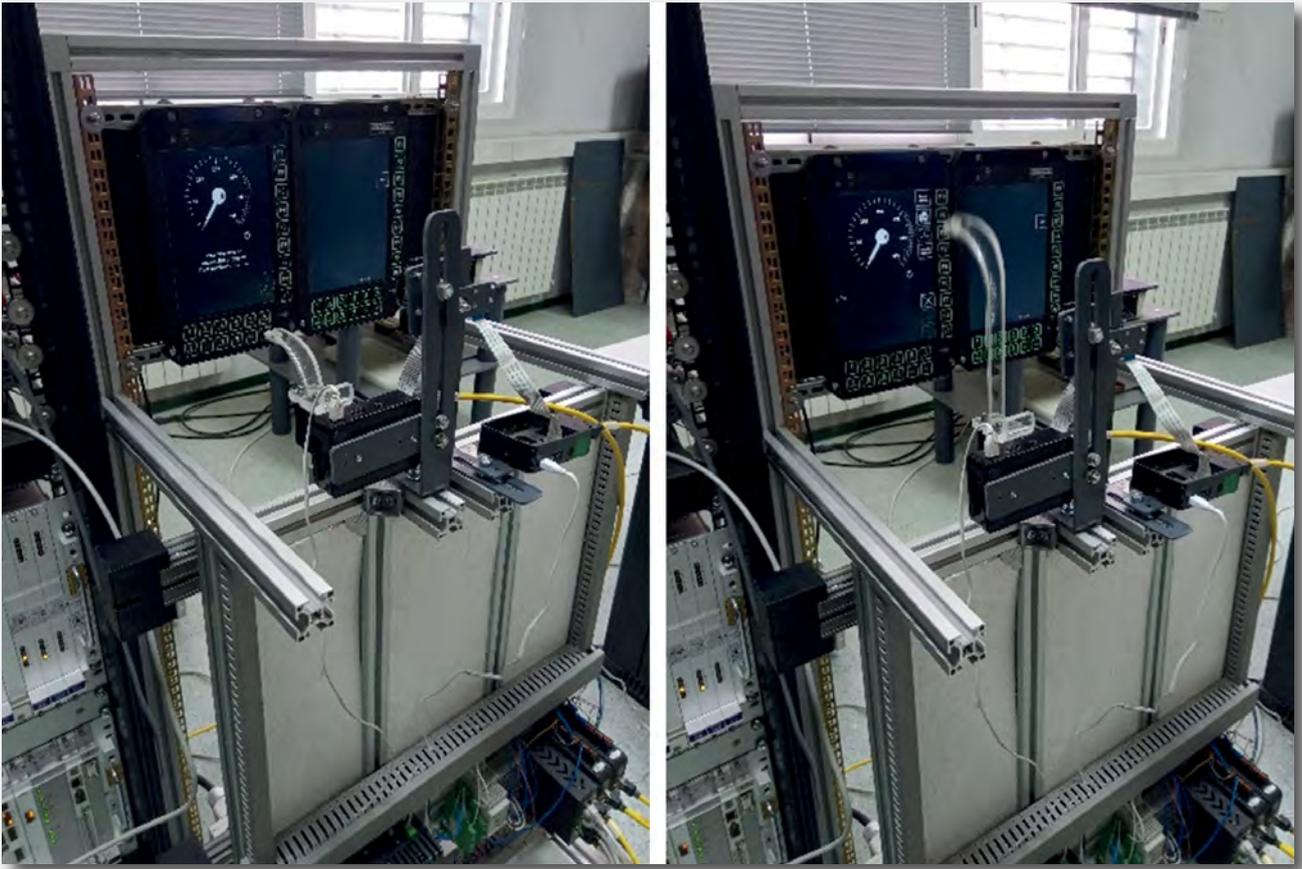
Este sistema permite realizar ensayos en el laboratorio de forma automática en su ejecución. Consiste, *grosso modo*, en un control y verificación au-

tomática del proceso, un robot pulsador a modo de conductor para ejecutar las secuencias, así como la realización un primer análisis, denominado pre-análisis, de los datos obtenidos después de la realización de las pruebas Subset-076 sobre un equipo embarcado concreto.

Para ello se prepararon las secuencias de ensayo introduciendo las acciones que deben ser ejecutadas por el robot pulsador que hace las labores de maquinista del equipo embarcado, como se puede ver en las figuras 1 y 2.

Con este sistema se consiguió alcanzar una automatización de las secuencias del 80 % del Subset-076, lo que permitió aumentar el ritmo de ejecución con respecto a las campañas anteriores, ya que, hasta la fecha, la ejecución de las anteriores campañas era completamente manual. Mediante la automatización de las secuencias se pueden ejecutar más de 100 secuencias al día mientras que de forma manual se reduce a una media de 20 secuencias al día.

Además de la utilización de un robot pulsador para la ejecución, se ha utilizado el *software* de reconocimiento de imagen desarrollado dentro del sistema de automatización, con el objetivo de transformar el vídeo de la grabación de la ejecución de la secuencia en un documento de texto con los eventos que se han producido, y de esta forma poder automatizar el análisis de los eventos.



↑ Figuras 1-2. Distintos momentos de pulsación del robot a lo largo del ensayo.

Este proyecto, además de mejorar el proceso de validación, ha permitido evaluar el sistema de automatización de ensayos de Eurocabina, desarrollado en 2020, detectando posibles mejoras para

las siguientes versiones. De esta forma el laboratorio está en permanente evolución, con un nivel de automatización cada vez mayor y consiguiendo que sea cada vez más eficaz.



PARTICIPACIÓN EN EL GRUPO DE TRABAJO DE ELABORACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES DE ENSAYO DEL ERTMS – SUBSET-076

Contacto: cristina.pardo@cedex.es

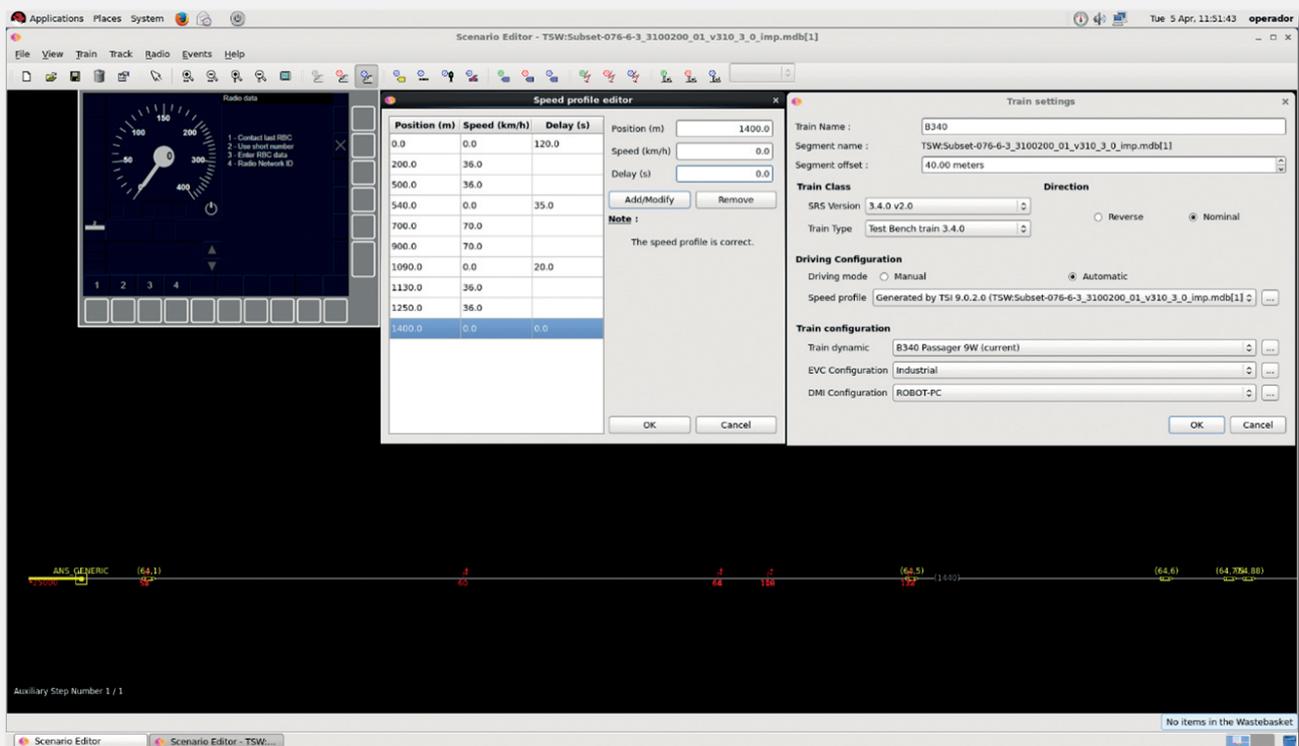
El Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX participó a lo largo de 2021 en el grupo de trabajo europeo encargado de la redacción de la norma que define la especificación de Ensayos de los equipos embarcados ERTMS (Subset-076).

Con el objetivo de establecer una estandarización europea del sistema de Control, Mando y Señalización ferroviaria surgió en los primeros años de este siglo el ERTMS/ETCS (*European Traffic Management System/European Train Control System*) que, actualmente y en el futuro cercano, irá paulatinamente sustituyendo a la multitud de sistemas nacionales aún en servicio en Europa.

El documento más importante del conjunto de documentación que compone el ERTMS es el denominado comúnmente como Subset-026 o SRS que especifica los requisitos de este sistema desde un

punto de vista técnico, tanto del subsistema embarcado como del subsistema de vía.

De entre estos dos subsistemas, el que implementa la mayor parte de la funcionalidad ERTMS es el sistema embarcado, ya que dichos equipos deben conformar todos los requisitos de la especificación, con las únicas excepciones y condiciones explícitamente detalladas en la especificación ETI CMS y en las propias SRS. Un equipo embarcado debe ser capaz de circular por cualquier línea ERTMS independientemente del nivel de esta (1, 2 o 3) o de las reglas de ingeniería y funcionalidad específicas de dicha línea.



↑ Ejecución de una secuencia de test del SS-076 en el LIF.

Las especificaciones de Ensayo del ERTMS (Subset-076), en cuya redacción participa el equipo del LIF desde su primera redacción en 2006, liderando durante más de una década el grupo de trabajo, se basan en la estrategia de agrupar los requisitos por funcionalidades.

El Subset-076 está compuesto de los siguientes documentos de carácter obligatorio para la certificación de un equipo embarcado ERTMS: Subset-076-5-2, Subset-076-6-3 y Subset-076-7. La magnitud de trabajo que implica la redacción de estos documentos normativos queda reflejada en la última versión del SS-076 publicada en 2019, en la que el número de casos de prueba incluidos es de 1.801, agrupados en 194 funcionalidades y concatenados posteriormente en 775 secuencias de test que deben ser ejecutadas posteriormente en el laboratorio. El tiempo necesario para una campaña de pruebas completa del SS-076, en un laboratorio acreditado como el LIF, es de 4 meses,

disponiendo de un robot que ejecute automáticamente las secuencias.

Todos estos documentos se publican en la página web de la Agencia Ferroviaria de la Unión Europea: <https://www.era.europa.eu/content/set-specifications-3-ets-b3-r2-gsm-r-b1>

El LIF, junto con otros cinco laboratorios europeos acreditados, ha participado en el desarrollo y mantenimiento del Subset-076.

Durante 2021 se ha trabajado para la evolución de la versión 3.6.0 a la versión 3.7.0. En este proceso se corrigen errores de versiones anteriores y se implementan las peticiones de cambio aprobadas por el sector. En 2022 y 2023 se continuará con el resto de los trabajos previstos para la elaboración y actualización de los distintos documentos incluidos en el SS-076.



↑ Laboratorios acreditados europeos encargados de la redacción de la especificación de pruebas de ERTMS (SS-076).



CASOS DE PRUEBA PARA LOS NUEVOS OPERADORES ITALIANOS

Contacto: miriam.gonzalez@cedex.es

El Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX ha terminado de formalizar durante el último trimestre de 2021 los ensayos necesarios para la puesta en servicio de trenes equipados con ERTMS nivel 1 y 2, para los nuevos operadores ferroviarios italianos.

La liberalización del sector ferroviario ha supuesto el acceso de nuevos operadores a la Red Ferroviaria de alta velocidad. Para este acceso es necesario que las nuevas compañías realicen una serie de ensayos de interoperabilidad vía-tren que garanticen la circulación ininterrumpida de los trenes por cualquier sección de la red ferroviaria equipada con ERTMS nivel 1 y nivel 2.

Uno de los nuevos operadores que obtuvo la autorización para operar en las líneas españolas es la Operadora ILSA, participada por Air Nostrum y por Trenitalia (el operador ferroviario público italiano), que operará con los trenes de alta velocidad Zefiro V300 fabricados por la empresa sueco-canadiense Bombardier, cuya división ferroviaria fue adquirida por Alstom.

Este tren está equipado con el sistema ERTMS de la empresa Hitachi-Italia, equipo diferente al de Hitachi-Francia también ensayado en el LIF del CEDEX para su certificación. Este nuevo operador ferroviario se puso en contacto con el LIF para solicitar apoyo para las pruebas de compatibilidad de su equipo embarcado con las líneas españolas, pruebas denominadas ESC (*ETCS System Compatibility*) en la última ETI (Especificación Técnica de Interoperabilidad) de 2019.

Durante el último trimestre de 2021, el LIF ha desarrollado una base de datos que contiene toda la información relativa a las pruebas de interoperabilidad que deben realizarse durante una campaña de ensayos en vía. Estas pruebas de interoperabilidad están divididas en casos de prueba, casos donde se define una funcionalidad a probar en unas condiciones iniciales y otras finales, así como el modo y el nivel en el que debe ejecutarse. Desde esta base de datos se puede acceder a toda esta

información permitiendo filtrarla según convenga y con ello elaborar protocolos de pruebas con escenarios acordes a la línea a ensayar y la funcionalidad del equipo testado que debe probarse. Esto garantiza la completa ejecución de las pruebas y su correcta ubicación en la vía.

Desde esta base de datos, y ejecutando los diferentes *scripts* desarrollados, es posible, además, obtener un formato de tabla que permite el control del resultado de cada ensayo y generar el entregable para la compañía.

Una vez desarrollados todos los casos de prueba, para completar la lista definida por Adif en el documento de ESC españoles, el LIF ha realizado el trabajo de concatenar dichos casos de prueba en la línea Madrid-Lleida en escenarios de prueba, que por decisión de ADIF hubieron de ser realizados en la vía. En diciembre de 2021, el personal del LIF participó en la ejecución de dichas pruebas del tren Zefiro V300 a lo largo de dicha línea de AV Madrid-Lleida.

Finalmente, el LIF, dado su conocimiento de las líneas españolas de alta velocidad, está diseñando estos escenarios de pruebas para el resto de las líneas en las que inicialmente operará este nuevo operador ferroviario: Lleida-Barcelona para completar el eje Madrid-Barcelona, Córdoba-Málaga, Madrid-Valencia-Albacete y Albacete-Alicante.



↑ Tren Zefiro en pruebas en vía.



BASE DE DATOS AIS HISTÓRICA: DESARROLLO Y APLICACIONES ANALÍTICAS

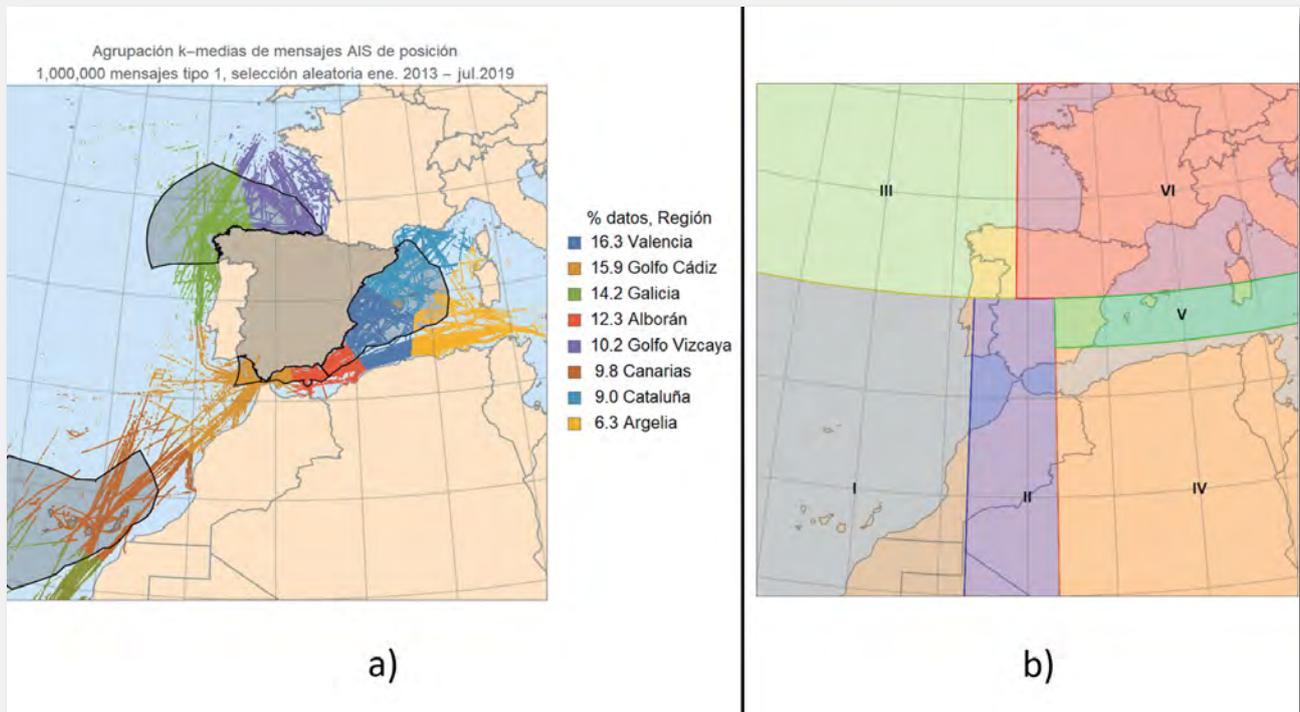
Contacto: gines.ibanez@cedex.es; jose.m.grassa@cedex.es

AIS es una fuente de Big Data marítimo con múltiples aplicaciones en transporte y ambiente marino. En el marco del Plan de Transformación Digital de MITMA, el CEDEX ha ejecutado esta actuación, con el soporte de SASEMAR, para prestar servicio a diversas unidades del MITMA y MITERD.

El objeto de este trabajo ha sido optimizar la base de datos histórica de mensajes del sistema de identificación automática AIS de barcos, que contiene datos desde 2012 hasta la actualidad. La explotación de esta base de datos ha permitido al CEDEX llevar a cabo múltiples aplicaciones, como la caracterización del tráfico marítimo en las aguas de jurisdicción española y del uso de la zona marítima de los puertos, la evaluación de la actividad pesquera y la estimación de diversos efectos ambientales ligados a la navegación: ruido submarino, emisiones a la atmósfera y afecciones a la biodiversidad. Estas aplicaciones se completan con el estudio de riesgos derivados del tráfico y accidentes, el funcionamiento de sistemas de

separación de tráfico y la caracterización de actividades especiales en el mar como dragados y remolques marítimos.

La alta frecuencia de los mensajes hace que el volumen de datos sea muy elevado: actualmente se dispone de unos 50.000 millones de mensajes almacenados, y para agilizar las consultas se ha establecido una estructura particionada de la información en el dominio temporal (hasta una partición/mes para los mensajes de posición de mayor frecuencia) y espacial (definiendo 6 regiones homogéneas en el entorno de las costas españolas), vinculando con claves externas los mensajes relacionados de posición y estáticos/



↑ a) Clasificación automática espacial de mensajes para análisis de particiones. b) Particiones definida.

de viaje. Para mantener la base de datos actualizada se ha establecido una rutina de carga de nuevos mensajes.

La base de datos se complementa con tablas adicionales de información geográfica y de buques: demarcaciones marinas, zonas portuarias, características de barcos y otras. Los tipos de consultas que se pueden realizar son de tipo instantáneo, mensajes más recientes disponibles en un momento determinado y de evolución y mensajes en un intervalo de tiempo. Para facilitar la aplicación a diferentes campos de estudio se han desarrollado e integrado un conjunto de más de 100 procedimientos SQL especializados de consulta en el

sistema de gestión de bases de datos de uso libre PostgreSQL.

Entre el creciente número de aplicaciones de esta fuente de información, en estudios en curso o a iniciar en breve, se encuentran el estudio de tráfico marítimo en el corredor de migración de cetáceos del Mediterráneo (RD 699/2018), la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y otros contaminantes procedentes de buques navegando en aguas de jurisdicción española, y la ampliación del estudio de operatividad para la futura configuración de la dársena SW del puerto de Palma, Mallorca.



← Densidad anual del tráfico marítimo (barcos km⁻¹) durante 2019 en el corredor de migración de cetáceos del Mediterráneo.



PROYECTOS RELEVANTES /CEPYC

TRABAJOS PARA LA RECUPERACIÓN DE LA NAVE DE ENSAYOS DEL LABORATORIO DE EXPERIMENTACIÓN MARÍTIMA

Contacto: jose.m.valdes@cedex.es

La Nave de Ensayos del Laboratorio de Experimentación Marítima del Centro de estudios de Puertos y Costas (CEPYC), del CEDEX, con unas dimensiones en planta de unos 115 x 71 m, fue construida en 1980. La estructura de la cubierta original se construyó a partir de un diseño muy singular, consistiendo en una estructura metálica con dos grandes vigas de celosía tipo Warren, paralelas entre sí, dispuestas en la parte central de la nave y orientadas según el lado mayor de ésta. La formación de la cubierta estaba constituida por placas de chapa nervada con una plancha de poliestireno expandido como aislante.

El 9 de enero de 2021, entre las 14:00 y las 15:00 horas, durante la tormenta de nieve Filomena, se produjo el colapso parcial de la cubierta de la Nave de Ensayos. Afortunadamente, el colapso se produjo sin personal en el interior de las instalaciones.

El estado de la cubierta tras el colapso fue calificado como de una elevada inestabilidad, con grave riesgo de progresión del colapso. La primera preocupación se centró en el aseguramiento del exterior de la nave, acometiéndose de forma urgente la protección de la fachada y la cubierta de la nave

para evitar posibles daños hacia el exterior del edificio. Por razones de seguridad, se clausuró el uso habitual de las oficinas durante varios meses, hasta conseguir unas condiciones suficientemente seguras. Salvo en el ámbito de los modelos físicos, mediante el recurso del teletrabajo se consiguió mantener el desarrollo de la actividad en el resto de las áreas del CEPYC.

En reunión del Consejo de Ministros de 18 de mayo de 2021 se aprobó el Acuerdo por el que se tomó razón de la Declaración de Emergencia para las ac-



↑ Nave de ensayos. Situación original.

tuaciones necesarias para la reparación de los daños ocasionados por el colapso de la Nave de Ensayos. Se puso de manifiesto la complejidad de la situación debido a las dimensiones de la estructura, así como la importancia y valor de las instalaciones existentes, justificándose la necesidad de plantear un expediente de emergencia para desarrollar de forma coordinada una serie de actuaciones:

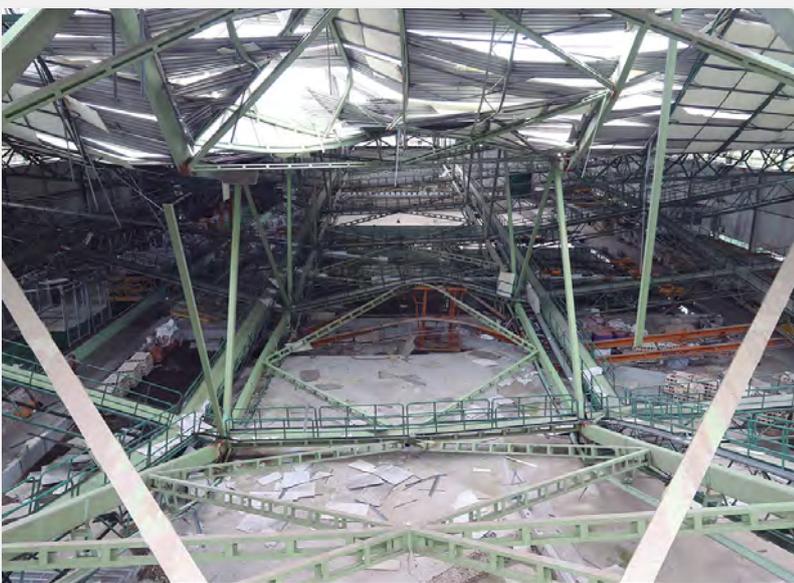
- Coordinación de seguridad y salud en la ejecución de las obras
- Estudio preliminar de los daños, identificación de riesgos y determinación de actuaciones a realizar
- Aseguramiento exterior de la nave, y actuaciones puntuales en edificio de oficinas
- Apeo de emergencia para afianzar la estructura de la cubierta y evitar la progresión del colapso
- Demolición controlada de la estructura dañada
- Redacción de proyecto y obras de emergencia para la reconstrucción
- Reposición de las instalaciones y equipos singulares que hayan sido afectados
- Indemnización de daños ocasionados en viviendas vecinales

Para acometer estas tareas, se seleccionaron empresas especializadas tanto en actuaciones de desmantelamiento como en diseño y construc-

ción de estructuras de estas características. Se seleccionaron también empresas de ingeniería con experiencia en tareas de Dirección Facultativa y asesoramiento técnico en este tipo de obras, y se contrataron los trabajos de coordinación de seguridad y salud para las diferentes fases. En todo momento se contó además con el asesoramiento del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEYM), así como de la Secretaría del CEDEX para las tareas de carácter administrativo.

Dentro de la actividad del CEPYC en 2021 ha tenido un lugar destacado la dedicación al seguimiento y puesta en marcha de todas las actuaciones:

- Proporcionar información y documentación a las empresas intervinientes sobre características la nave de ensayos, instalaciones y equipos existentes en su interior, así como sobre necesidades de tipo funcional
- Seguimiento continuo de la situación y el avance de los trabajos
- Revisión y valoración de posibles daños a instalaciones y equipos, así como tareas de comprobación y recuperación de la instrumentación y equipos existentes
- Preparación y tramitación de documentación administrativa para el desarrollo de las actuaciones



← Nave de ensayos.
Cubierta colapsada.



PROYECTOS RELEVANTES /CEPYC

ESTUDIO DE CONDICIONES DE CLIMA MARÍTIMO EN EL TRANCURSO DE ACCIDENTES DE BUQUES. SIMULACIÓN DE LA MANIOBRA DEL BUQUE MSC MIA

Contacto: jose.m.montero@cedex.es

La Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos CIAIM encargó al CEDEX un estudio de maniobrabilidad de buques con el fin de analizar el accidente del portacontenedores MSC MIA acaecido en la dársena sur del puerto de Valencia el 13 de septiembre de 2020.

Los objetivos del estudio fueron el análisis pormenorizado del accidente, indicando las posibles causas desencadenantes del mismo y el estudio de las acciones adecuadas para evitarlo o minimizar sus consecuencias, a partir de simulaciones de las maniobras en tiempo real. También se estudiaron los accesos y salidas en otras condiciones meteorológicas, explorando la idoneidad de la formación de remolcadores adoptada y su estrategia de operación.

Los resultados y conclusiones del estudio quedaron plasmados en el documento titulado “Estudio de condiciones de clima marítimo en el transcurso de accidentes de buques. Simulación de la maniobra del buque MSC MIA”, de diciembre de 2021 con clave CEDEX: 20-420-0-002.

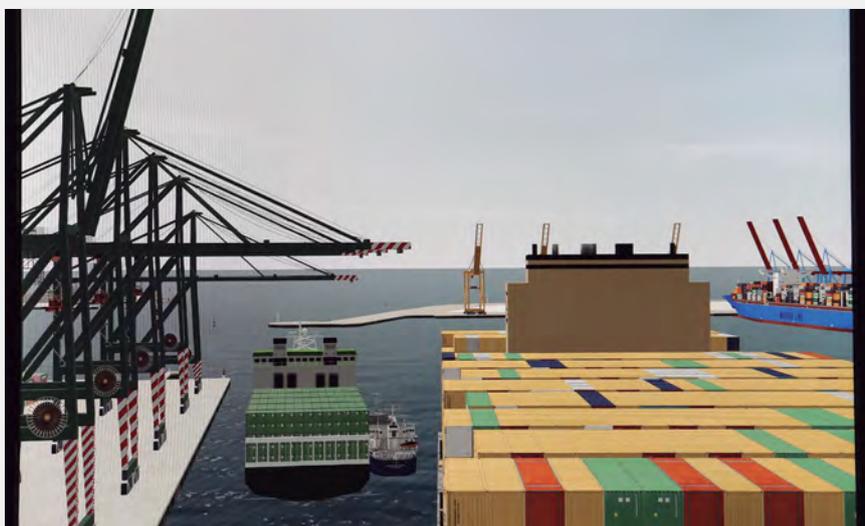
Este estudio respondió al encargo de la Subsecretaría del MITMA al CEDEX para la prestación de

asistencia técnica en materias relacionadas con la investigación técnica de accidentes e incidentes marítimos.

El estudio se realizó empleando el sistema de simulación de navegación y maniobras del Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX, que es una instalación singular de este organismo. Para ello se construyó un modelo 3D del puerto de Valencia, incluyendo la batimetría.

El buque analizado fue el MSC MIA, de 400 m de eslora, 61.5 m de manga y 13.5 m de calado. Las maniobras se simularon de manera que el buque quedara atracado con la proa adentro.

Las condiciones meteorológicas estudiadas, a petición de la CIAIM, fueron las propias del accidente (viento SW de 6 nudos, sin oleaje) y, además, viento reinante (NNE) de 20 nudos como máximo con



← Simulación del accidente. Instantes anteriores. Vista desde el puente hacia popa.

un oleaje exterior de 1.5 m de altura significativa en profundidades indefinidas y 9 segundos de período de pico. También, se simularon las maniobras en calma.

Las simulaciones de las maniobras de acceso se llevaron a cabo con 3 remolcadores V.S.: 2 de 80 t y otro de 50 t. Las simulaciones de las maniobras de salida se realizaron con 2 remolcadores V.S. de 80 t de tiro cada uno.

Las simulaciones se analizaron con “criterio de experto”, observando las apreciaciones de ingenieros, capitanes y prácticos.

También se realizó un análisis simplificado del área ocupada por el buque en los accesos y en las salidas basado en el estudio de la envolvente del área barrida por el buque en el conjunto de las simulaciones.

Tanto en las simulaciones de entrada como las de salida ha sido posible evolucionar con el buque y los remolcadores guardando una distancia suficiente y segura a otros buques atracados, a las grúas y demás estructuras portuarias.

El accidente pudo haberse evitado con el control exhaustivo de la popa del buque por parte del remolcador asignado a esa posición.



← Puente principal del simulador de navegación en funcionamiento.



PROYECTOS RELEVANTES /CEPYC

METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES PROCEDENTES DE BUQUES A PARTIR DE DATOS AIS

Contacto: meprieto@cedex.es

Con el fin de contribuir a la reducción del efecto que produce el transporte marítimo sobre su entorno, se hace necesario conocer las emisiones producidas por los buques, como son los gases de efecto invernadero, los contaminantes de la atmósfera y del agua o el ruido, poniendo especial atención a los entornos portuarios.

Así, con objeto de cuantificar la cantidad de emisiones atmosféricas procedentes de buques, el CEDEX ha desarrollado una metodología por encargo de Puertos del Estado para su estimación en tiempo real. Los avances metodológicos de este proyecto serán aplicados al estudio solicitado por la Dirección General de la Marina Mercante para la evaluación sistemática de emisiones en las aguas jurisdiccionales españolas.

Teniendo en cuenta la gran diversidad existente en cuanto a tipologías de buques, maquinaria a bordo, operaciones que realizan, etc., se han llevado a cabo agrupaciones de buques con similar operativa para cada una de las cuales se ha desarrollado una metodología de estimación de emisiones de gases contaminantes.

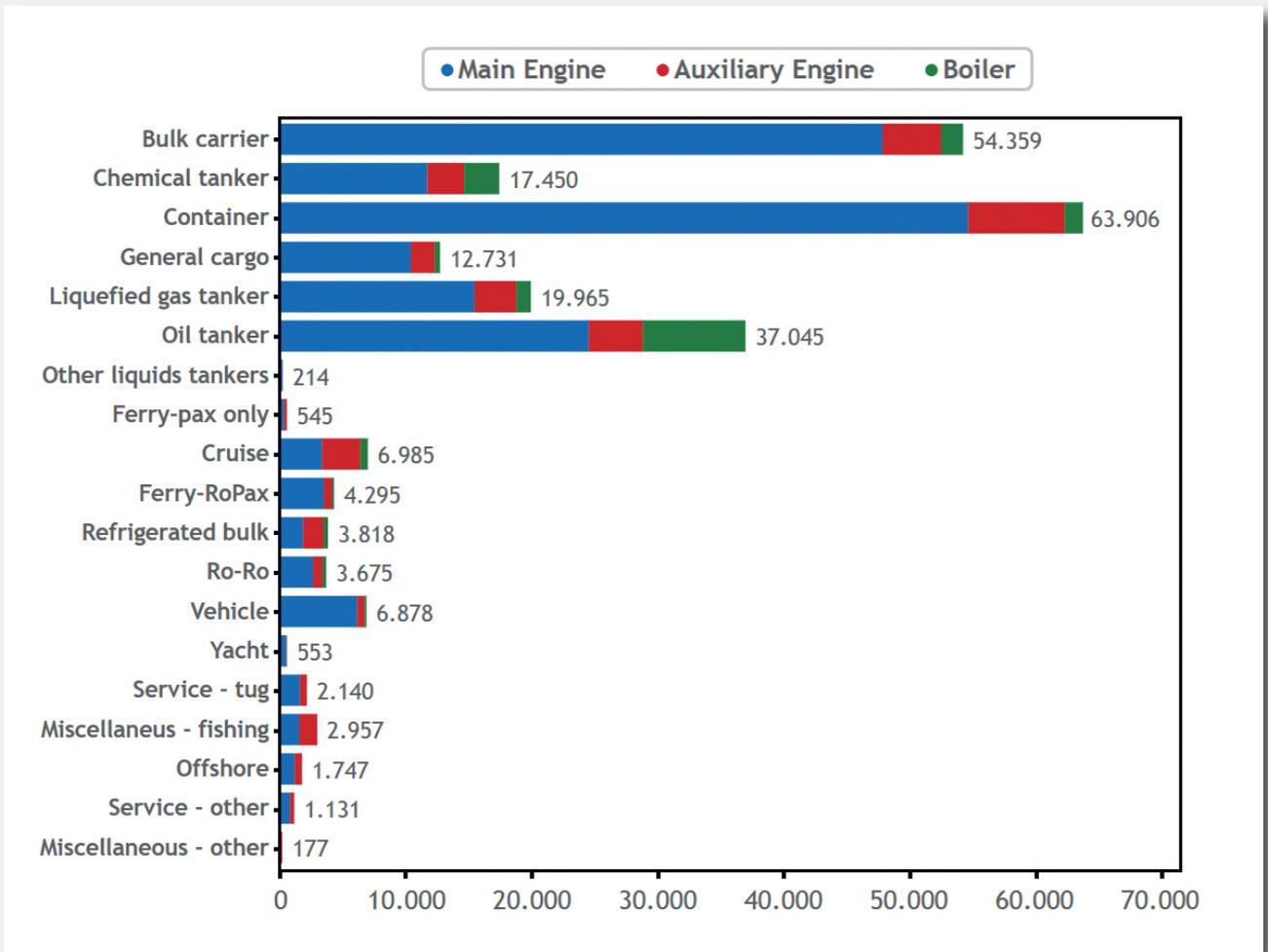
La metodología se basa en la determinación en tiempo real de la cantidad de combustible que consume cada barco a partir de la estimación de la potencia instantánea de cada buque, calculada a partir de la ubicación geográfica y de la velocidad instantánea de navegación del buque, ambas suministradas por la red AIS, y de la información existente de ese buque en la base de datos IHSMaritime y/o en el Registro Europeo de la Flota Pesquera.

Este consumo instantáneo de combustible de cada buque depende de varios factores, tales como el tipo de buque, su año de construcción, tamaño y condición de carga, el tipo de motor, el tipo de combustible que usa, la fase de navegación y la velocidad instantánea a la que navega. Una vez estimada esta cantidad de combustible, se aplican los factores de emisión correspondientes a cada contaminante con objeto de obtener la cantidad total de contaminantes emitidos por el buque a la atmósfera.

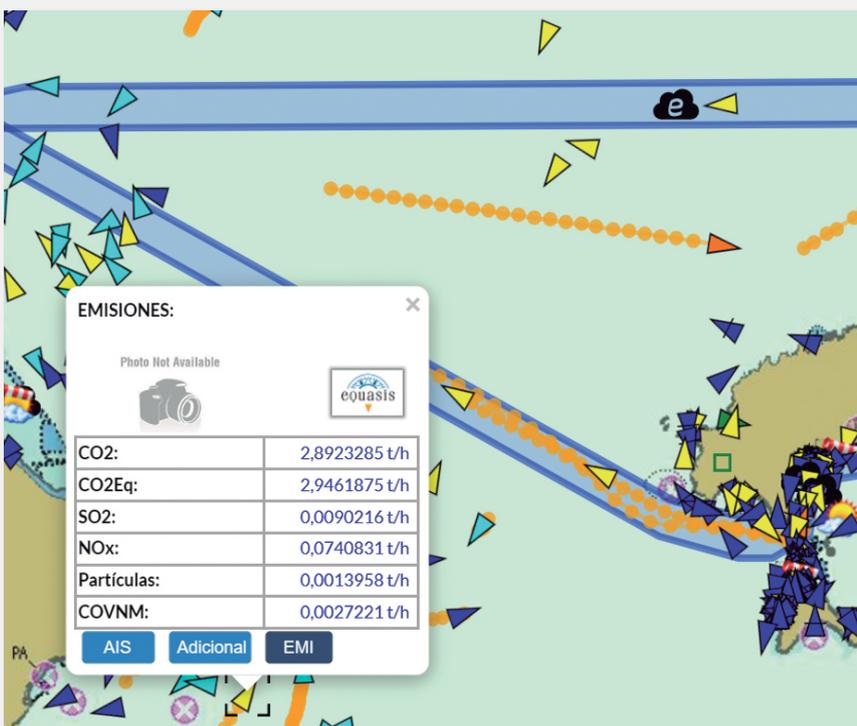
Los principales contaminantes atmosféricos asociados al tráfico de buques son: SO₂ (anhídrido sulfuroso o dióxido de azufre), óxidos de nitrógeno (NO/NO₂ y NOx), material particulado (PM-10 y PM 2,5), COVNM (compuestos orgánicos volátiles no metánicos), CO₂ (dióxido de carbono) y CO_{2eq} (unidades equivalentes de dióxido de carbono). La estimación de las emisiones en tiempo real para cada buque o agregadas en una determinada zona se visualizan en la herramienta "Ship Locus" de Puertos del Estado, que ha sido mejorada para incorporar esta funcionalidad.

El CETA ha colaborado con el CEPYC en la determinación de los factores de emisión correspondientes a cada contaminante.

Esta metodología de cálculo en tiempo real desarrollada para Puertos del Estado se aplica al estudio de la Dirección General de la Marina Mercante, agregando en periodos semestrales los valores de emisiones de gases obtenidos en intervalos quincenales. Se ha diseñado una malla espacial que cubre las aguas jurisdiccionales españolas de tal forma que permite la estimación acumulada de emisiones en intervalos temporales y en áreas geográficas predefinidas.



↑ Estimación global del consumo, asociado al transporte marítimo, de fuel en kilo toneladas por tipo de buque y maquinaria (principal, auxiliar y caldera) (Fuente: Fourth IMO Greenhouse Gas Study 2020).



← Aplicación SHIPLOCUS (Puertos del Estado). Estimaciones de Gases de efecto invernadero y de otros contaminantes emitidos por un buque. Valores en t/h integrados en los 7 días anteriores a la consulta realizada.



PROYECTOS RELEVANTES /CEPYC

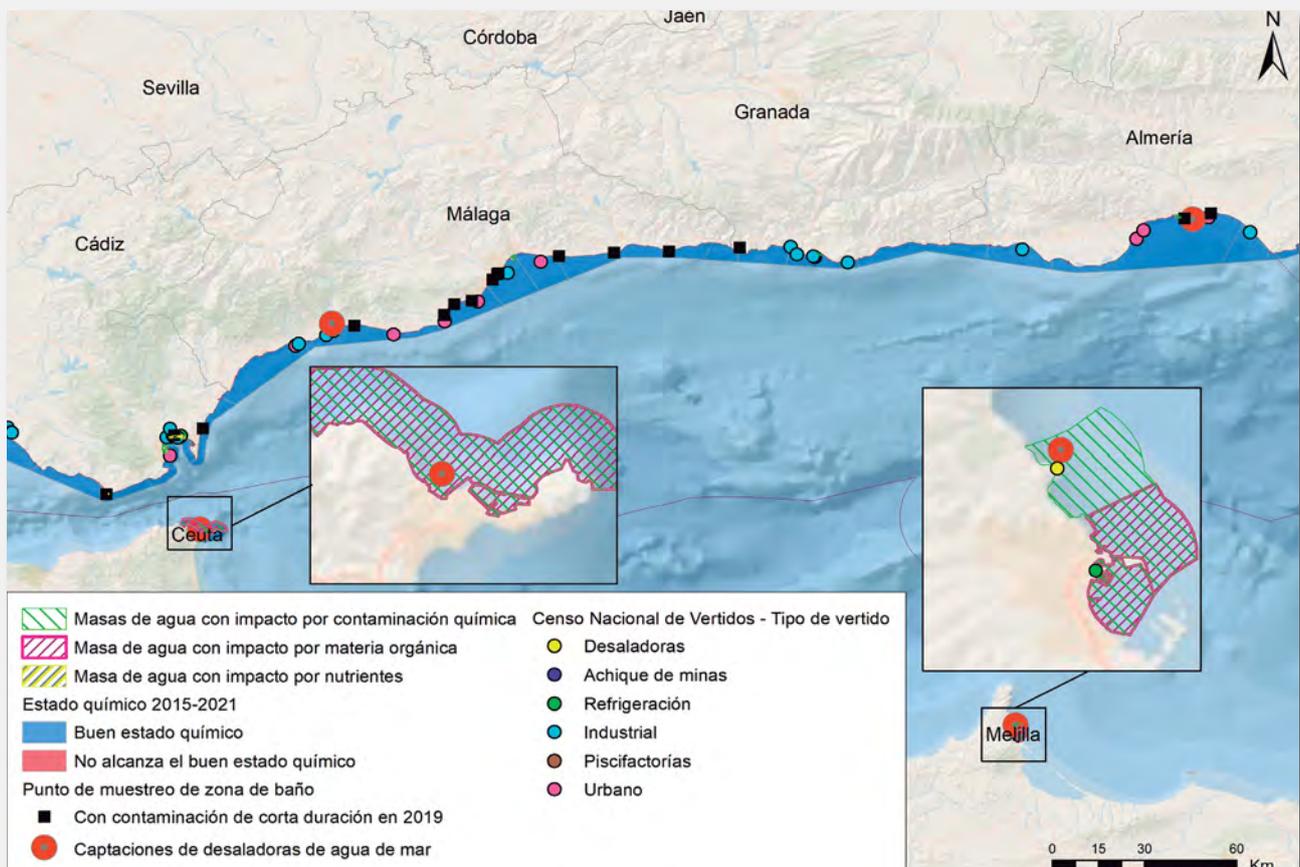
ESTUDIO DE INTERACCIONES TIERRA-MAR

Contacto: jose.f.sanchez@cedex.es; isabel.m.moreno@cedex.es; miriam.garcia@cedex.es

Dentro del proceso de Ordenación del Espacio Marítimo se ha llevado a cabo un análisis de las interacciones entre actividades humanas que se desarrollan en las proximidades de la costa, tanto en la parte terrestre como marina, considerando también los procesos naturales. Se han analizado aquellas interacciones relacionadas con la contaminación, el paisaje, las infraestructuras y el cambio climático, con el objetivo de identificar las que no están siendo actualmente abordadas por otras herramientas de gestión para integrarlas durante el proceso de planificación.

Cada vez son más las actividades humanas que buscan implantarse en el medio marino, generando la necesidad de buscar un desarrollo ordenado y sostenible de la economía azul que contemple la protección de los recursos y la biodiversidad. En

este contexto, la costa constituye la interfaz entre la tierra y el mar, siendo el lugar donde quedan más patentes las interrelaciones que se establecen entre ambos medios y las actividades que en ellos se desarrollan. Para ponerlas de manifiesto y

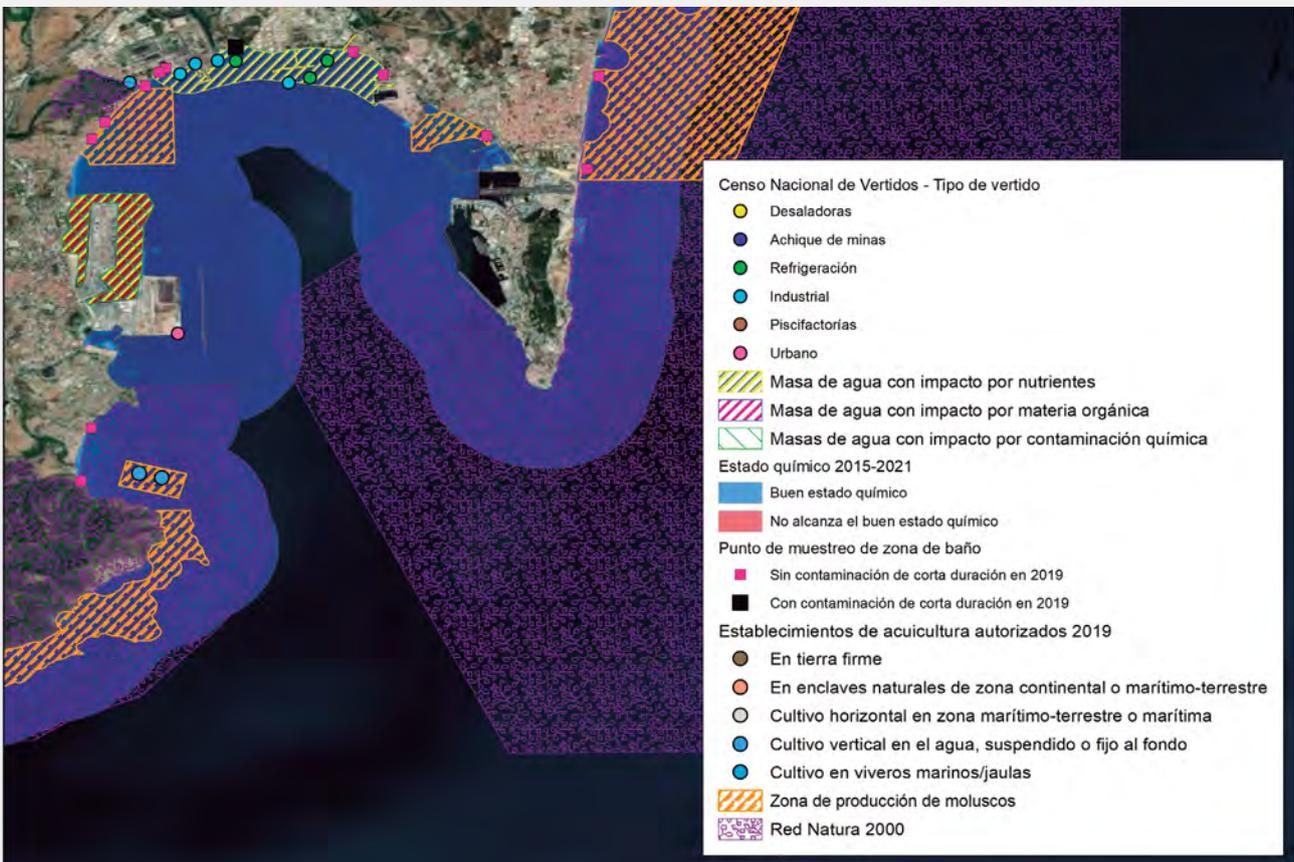


↑ Vertidos tierra-mar, actividades humanas que requieren de buena calidad de las aguas, Red Natura 2000 y masas de agua costeras con diversos impactos en el segundo ciclo de planificación hidrológica (2015-2021) en la provincia de Huelva (Fuente: Elaboración propia a partir de información del MITERD, SGP-MAPA y Junta de Andalucía).

plasmalas en los Planes de Ordenación del Espacio Marítimo de las cinco demarcaciones marinas españolas que se están elaborando desde el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD), se ha llevado a cabo un ejercicio de reflexión y análisis de cómo las actividades desarrolladas en uno de los medios influyen lo que sucede en el otro.

Los principales temas abordados son la contaminación, programada o accidental, por diversas sustancias como hidrocarburos, gases procedentes de emisiones de buques o basuras; la construcción de nuevas infraestructuras

que demandan espacio tanto en mar como en tierra (puertos, estructuras de defensa costera, parques eólicos, etc.), y que pueden generar modificaciones hidrodinámicas, sedimentarias y de paisaje, condicionando otras actividades como el turismo. Esto se enmarca en un contexto global de incertidumbre al considerar las consecuencias del cambio climático. Este estudio establece las zonas donde las interacciones son más relevantes, identifica los instrumentos de gestión que las abordan y en caso de detectar posibilidades de mejora, evalúa cómo los planes de ordenación podrían contribuir, aportando soluciones y recomendaciones.



↑ Vertidos tierra-mar, actividades humanas que requieren de buena calidad de las aguas, Red Natura 2000 y masas de agua costeras con diversos impactos en el segundo ciclo de planificación hidrológica (2015-2021) en la bahía de Algeciras.



PROYECTOS RELEVANTES /CEPYC

GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS SEDIMENTOS DRAGADOS EN EL CANAL DE ENTRADA AL PUERTO DE AVILÉS

Contacto: jose.f.sanchez@cedex.es; ricardo.obispo@cedex.es; maria.j.martin@cedex.es

El estudio servirá de base para evaluar las alternativas de gestión del material dragado y elaborar un plan de actuación para gestionar la fracción más contaminada de una forma sostenible. Sus resultados también tienen repercusión sobre las actuaciones de protección de la playa de Salinas, situada en el mismo sistema litoral, y que sufre procesos de erosión desde hace años.

El **puerto de Avilés** está situado en la **desembocadura de la ría de Avilés**, lo cual obliga a su Autoridad Portuaria (APA) a realizar cada año un dragado de mantenimiento de calados en el canal de acceso, al objeto de poder mantener su actividad portuaria; estos dragados se realizan mayoritariamente en su zona exterior, denominada zona de barra, y con menor frecuencia en zonas interiores. En el mismo sistema litoral de la ría (figura 1) se encuentra la **playa de Salinas**, sobre la que se han realizado actuaciones recientes de protección de la costa, y que debe ser tenida en cuenta como factor determinante de algunas alternativas de gestión del material dragado.

Para disponer de un instrumento técnico de ayuda a la selección de las mejores **alternativas de gestión del material dragado**, la APA solicitó al CEDEX la realización de un estudio dividido en varias tareas, entre las cuales se encuentra el estudio detallado de la zona de la barra, analizando entre otros aspectos, la calidad de los sedimentos y la dinámica sedimentaria. Estas dos tareas se desarrollaron paralelamente entre diversas unidades del Centro de Estudios de Puertos y Costas (Medio Marino, a través del Laboratorio de Calidad del Medio Marino, Ingeniería de Costas y Clima y Estudios Portuarios).

En cuanto al estudio sobre la **calidad de los sedimentos** en la zona de la barra, se evaluó la idoneidad de emplear los materiales de categoría A para su posible aportación a la playa de Salinas y

se exploraron las posibles influencias geoquímicas del entorno geológico de Avilés. Como principal conclusión se justifica la aplicación de un principio de cautela y **se desaconseja el uso de estos materiales para su aporte a la playa de Salinas**.

Además del estudio mencionado se realizó una caracterización simplificada de los materiales a dragar en el canal de entrada para verificar la validez de la caracterización original realizada en 2016, de lo que resultó la necesidad de realizar una nueva caracterización completa de los sedimentos a dragar

El análisis de la **dinámica sedimentaria** en el entorno de la desembocadura de la ría de Avilés se basó en la aplicación del modelo numérico Mike 21 para simular la evolución simultánea de los campos de oleaje, las corrientes asociadas a la rotura de las olas, el viento y la propagación de la onda de marea en la ría. Todo ello, con objeto de determinar los **patrones sedimentarios en la zona de la barra** y en el entorno de la desembocadura de la ría de Avilés, de identificar zonas y mecanismos de depósito de sedimentos en el canal de navegación y la procedencia del sedimento depositado. Este trabajo incluyó una **campaña de medidas** de corrientes y nivel del mar mediante sensores de marea, correntímetros fijos y móviles para calibrar el modelo numérico y validar sus resultados (figura 3).

Las simulaciones hidrodinámicas muestran unos **patrones de circulación** fuertemente condicio-

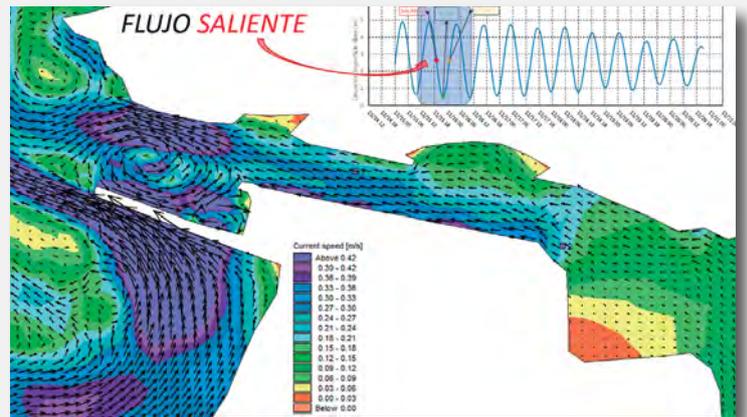
nados por la rotura del oleaje en condiciones de temporal (figura 2). Análogamente, los datos de las campañas batimétricas realizadas en la zona desde 2005 hasta la actualidad apuntan a que el **aporte de material del exterior** se produce mayoritariamente desde la playa, como consecuencia de la discontinuidad generada por el dique de contención de arenas, los restos de escollera en la zona de barra y el tacón de cierre de la margen sur

del canal (figura 4). Este aporte de material desde el exterior también fue observado en la modelización numérica del transporte de sedimentos.

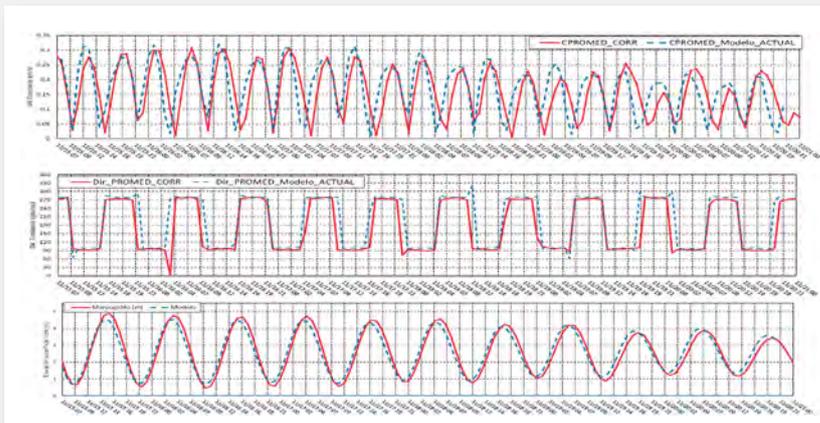
Los **resultados** del estudio se presentaron en Avilés en noviembre y han sentado las bases para **plantear y debatir soluciones técnicas viables**, tanto con objeto de reducir los dragados en la zona de la barra, como de cara a la gestión del material de la barra.



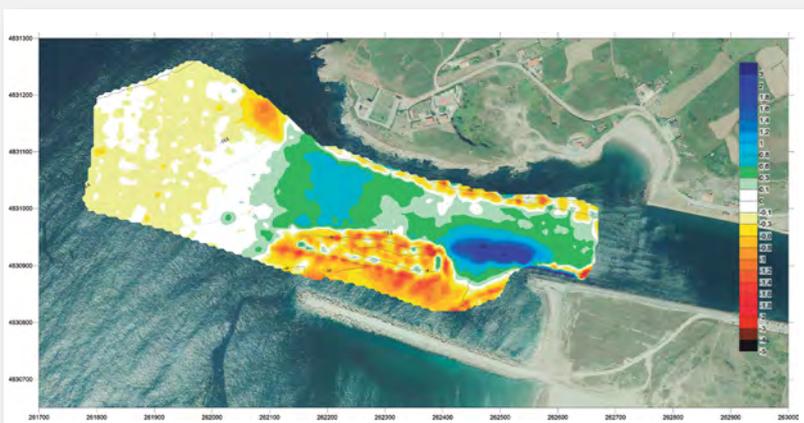
↑ **Figura 1.** Elementos principales del sistema litoral de la desembocadura de la ría de Avilés y la playa de Salinas/ Espartal.



↑ **Figura 2.** Patrón de circulación en flujo vacante, en condiciones de temporal de $H_s \approx 4$ m.



← **Figura 3.** Resultado de la calibración del modelo numérico. Comparación de los resultados del modelo numérico - medidas de campo.



← **Figura 4.** Patrones de sedimentación en el invierno de 2013 a 2014 en la zona de Barra.

PROYECTOS RELEVANTES /CEPYC

ESTUDIO DE IMPACTO PAISAJÍSTICO DE LA FUTURA CONFIGURACIÓN Y REORDENACIÓN DEL PUERTO DE PALMA

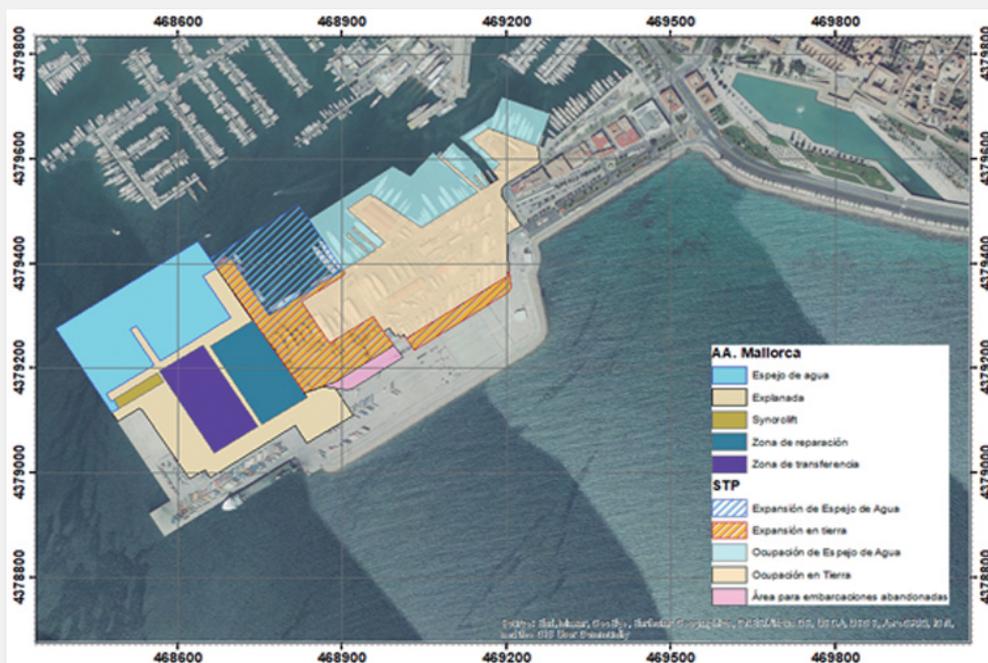
Contacto: jose.m.medina@cedex.es

La isla de Mallorca constituye un entorno natural mediterráneo de primera categoría. La fachada costera de su capital se ha cuidado desde antiguo para presentarse al observador de la forma más atractiva posible. Al tiempo que se cuida el patrimonio histórico y cultural español, se intenta mantener y favorecer unos de los principales activos de nuestro país: el turismo. Incluye enclaves de primer orden, como la Catedral y su entorno, el Castillo de Bellver, cuyas memorias glosó Jovellanos, y otros puntos destacables. Otros, que suponen zonas de canalización de los movimientos, a la vez que de esparcimiento, como el paseo marítimo (avenida de Gabriel Roca) circunda el puerto y ofrece una zona al mismo tiempo de estancia y circulación, que permite la contemplación del puerto y de la bahía de Palma.

En este contexto, la Autoridad Portuaria de Baleares tiene interés en colaborar en la conservación del paisaje, sin merma en el servicio a los usuarios y, por extensión, a toda la sociedad.

Desde el CEDEX se han realizado varios estudios considerando las obras previstas en el Plan Director del Puerto, y tratando de analizar el impacto que pueden tener sobre el paisaje circundante. Estos estudios se han basado en las facilidades que ofrecen las tecnologías basadas en los Sistemas de Información Geográfica.

El aporte de este proyecto al concepto de I+D+i consiste en el desarrollo de parámetros sencillos que permitan que el resultado del estudio no sea únicamente cualitativo, proponiendo valoraciones que permitan

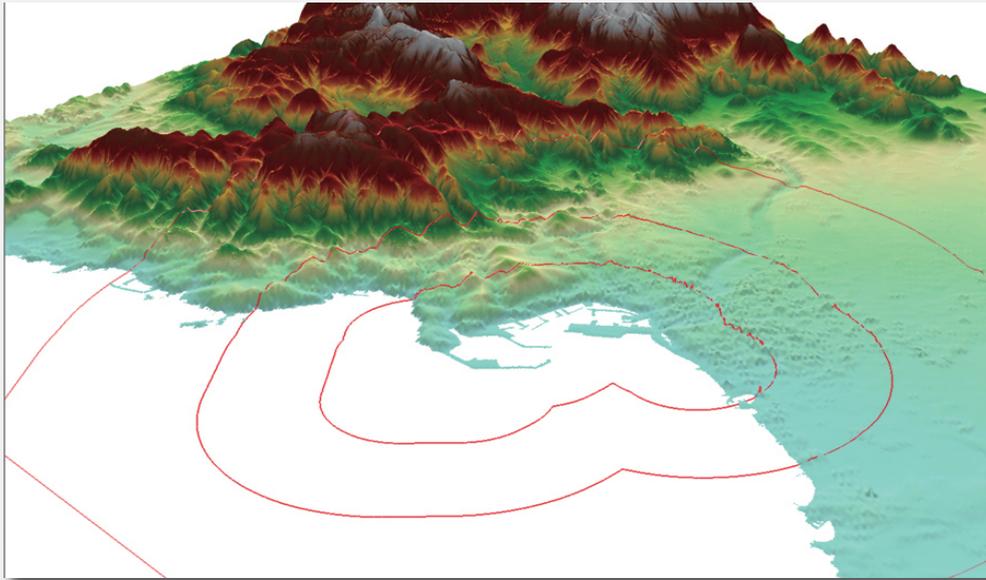


↑ Instalaciones de Astilleros de Mallorca y STP.

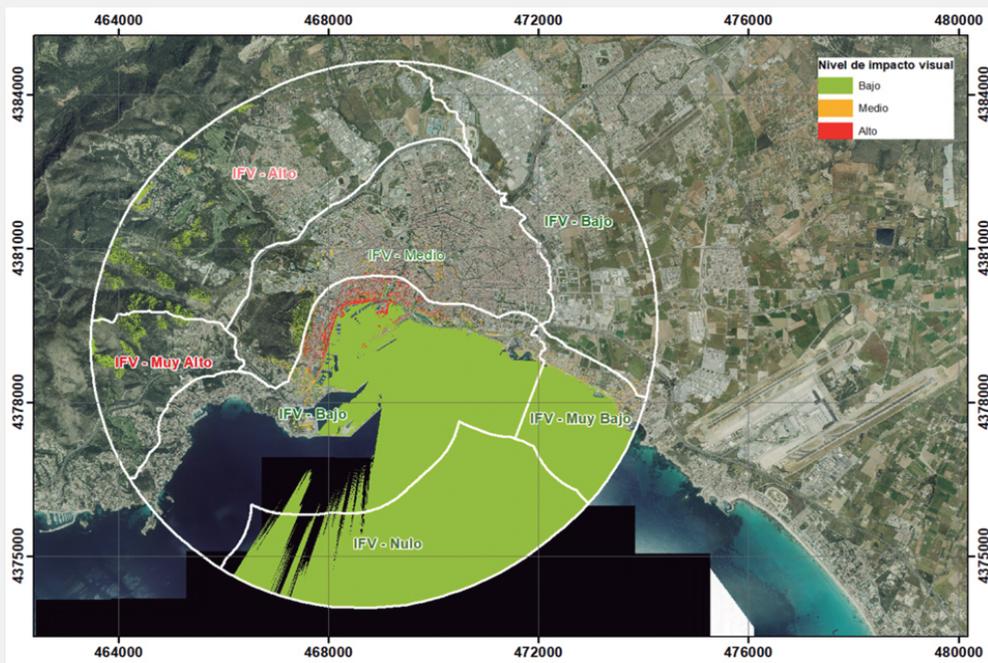
la cuantificación del impacto, de forma que colabore de forma directa al análisis de alternativas, empleando sistemas sintéticos como ELECTRE o similares.

Con ello se pretende facilitar y sintetizar la toma de decisiones, ayudando a una gestión más eficaz del patrimonio natural, permitiendo el disfrute del entorno de una forma sostenible por parte de los usuarios.

También se ha tratado de valorar el impacto que producen en el paisaje los mástiles de los veleros, que no constituyen una barrera directa a la visual, pero sí la dificultan notablemente. Se trata de un efecto común a la mayoría de las instalaciones náuticas de recreo que no está totalmente resuelto.



↑ Modelo digital de elevaciones y áreas de incidencia visual.



↑ Ejemplo de impacto visual según el Índice de Fragilidad Visual del paisaje.



PROYECTOS RELEVANTES /CETA

MODELADO OPERATIVO DE DISPERSIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS BASADO EN SAMOA2

Contacto: laura.crespo@cedex.es

El CEDEX, por encargo de Puertos del Estado (PE), y en colaboración con la empresa de ingeniería de viento Oritia & Boreas y 16 Autoridades Portuarias, trabaja en la implementación de un modelado operativo de dispersión de contaminantes atmosféricos dentro del proyecto SAMOA en cada uno los puertos que gestionan dichas Autoridades Portuarias.

El proyecto comienza con la modelización del medio físico portuario, al que se le incorpora la información de las emisiones contaminantes a la atmósfera tanto de las actividades típicamente portuarias como de otras que se ubican en sus proximidades por razones de logística. El modelo de dispersión atmosférica se convierte en una herramienta que permite conocer con antelación la contribución a la contaminación atmosférica de las actividades portuarias en las ciudades próximas a entornos portuarios.

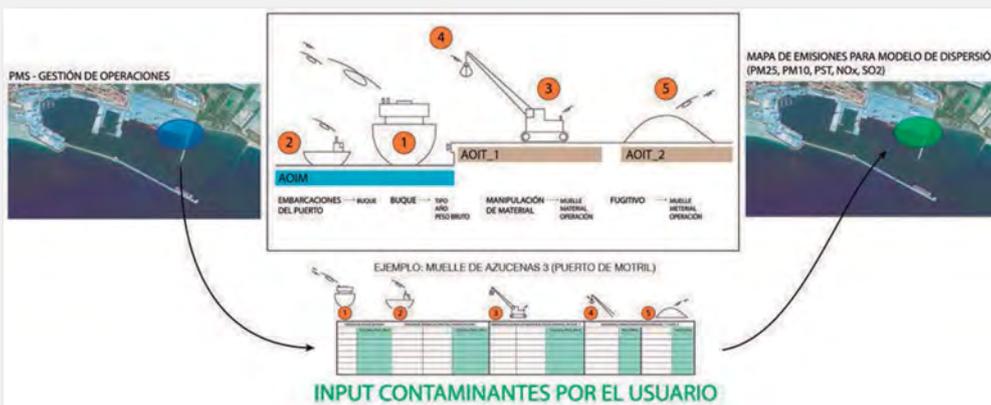
El uso de este tipo de modelos ayuda a optimizar las operaciones de gestión de los puertos, atraque/maniobra de barcos, y carga/descarga de mercancías. Es un avance más en el objetivo de mejora de la eficiencia del sistema portuario, con el consiguiente ahorro de tiempos de operación, que se traduce en reducción del consumo de energía-huella de carbono y de emisiones contaminantes a la atmósfera de distintos contaminantes como son el SO₂, NO_x, PM-10, PM-2,5 (material particulado). El uso de este tipo de instrumentos re-

dunda en la mejora de la calidad del aire y por tanto en la salud pública de las ciudades portuarias.

Este trabajo se complementa con una encuesta que se distribuye y cumplimenta por cada autoridad portuaria, y sirve de guion para conocer y contrastar en visita presencial la problemática de cada puerto en contaminación atmosférica, y la respuesta de autoridades medioambientales, de salud pública y ciudadana a esta realidad.

Grupo de trabajo que participa en el proyecto de dispersión de los contaminantes atmosféricos que afectan al entorno portuario, basado en SAMOA:

- Puertos del Estado (PE)
- Autoridades Portuarias (16 puertos participan en el ejercicio, que incluye visita a los puertos, con análisis de respuestas a un formulario planteado sobre problemática ambiental en contaminación atmosférica)
- Empresa especialista en ingeniería de viento (Oritia & Boreas)
- CEDEX



← Esquema del proceso de decisión de la Autoridad Portuaria resultado del modelado de dispersión de contaminantes atmosféricos.



PROYECTOS RELEVANTES /CETA

APOYO AL MITERD PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN DE RUIDO AMBIENTAL

Contacto: ignacio.soto@cedex.es; ramon.querol@cedex.es

WEB DEL SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN SOBRE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

El Área de Ruido Ambiental, dentro del encargo de asistencia técnica de apoyo al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD), en aplicación de la directiva END, desarrolla, mantiene y provee continuamente de nuevos datos a la web del Sistema Básico de Información sobre la Contaminación Acústica (SICA) (<https://sicaweb.cedex.es/>).

En el SICA se muestran:

- Los mapas de ruido, población expuesta y planes de acción con sus medidas correctoras, de fuentes de ruido constituidas por ciudades, carreteras, líneas ferroviarias y aeropuertos.
- Las comunicaciones realizadas a la Comisión Europea establecidos en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Instrucciones, guías, recomendaciones y otro tipo de documentación necesaria para la evaluación del ruido ambiental.

SICA, de acuerdo con el Real Decreto 1513/2005 de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003 de 17 de noviembre de Ruido, constituye la base de datos necesaria para transmitir de modo directo, a la ciudadanía en general, la información relativa a ruido ambiental

Durante 2021 se ha desarrollado una web de SICA completamente nueva para cumplir con los actuales protocolos de navegación en páginas web. Además, se ha trabajado en la 4ª fase de aplicación de la Directiva de ruido ambiental que incluye los cambios en cuanto a métodos de cálculo y entrega de datos. Esta nueva metodología ha implicado crear una infraestructura nacional de datos espaciales de ruido ambiental (idesica.cedex.es), cumpliendo la Directiva INSPIRE. De igual modo, para facilitar la tarea de gestión de la información y alimentación masiva de datos, ha sido necesario desarrollar otra aplicación web (gestionsica.cedex.es).



← Portal de la web de SICA.

PROYECTOS RELEVANTES /CETA

ENSAYOS DE VALORACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL COLECTOR DE INSECTOS

Contacto: manuel.colomer@cedex.es

El objetivo final del proyecto Carreteras y Polinizadores es valorar el impacto del tráfico de las auto-vías sobre las poblaciones de insectos. Con este objetivo, diseñamos el colector de insectos con el que capturamos directamente los insectos en la carretera. Un modo de evaluar el impacto de las carreteras es estimar cuántos insectos atropellamos. Por tanto, tenemos que conocer a fondo el funcionamiento del colector. A estos efectos, realizamos diferentes pruebas que resumimos en esta ficha.

	Problema	Resultado del ensayo
1	¿Perdemos muestra durante los muestreos en tramos de 10 km? Ensayo 1: Añadimos al colector 60 cartulinas de 6 tamaños y formas diferentes, recorremos un tramo de 10 km y al terminar contamos las cartulinas que quedan.	En las cinco repeticiones realizadas recuperamos el 100 % de las cartulinas => no se pierde muestra.
2	¿Capturamos el mismo número de insectos instalando el colector sobre la baka del vehículo que a la altura del motor? Ensayo 2: Instalamos un colector en cada posición, recorremos un tramo de 10 km y al terminar contamos cuántos insectos hemos capturado en cada colector.	Una vez realizadas cinco repeticiones comprobamos que no hay diferencias significativas ni en el número total de insectos ni por órdenes (dípteros, himenópteros, coleópteros, etc.).
3	¿Podemos estimar el número de insectos que atropellamos con un coche a partir de los que capturamos en el colector? Ensayo 3: Como la relación colector-frontend de un vehículo medio es 1:10, si con dos colectores capturamos aproximadamente el doble de insectos que con un solo colector, entonces con un coche atropellamos 10 veces más insectos.	Una vez realizadas cinco repeticiones comprobamos que en un vehículo se atropellan 10 veces más insectos que los que capturamos con un colector.



← Instalacion de dos colectores a diferente altura para los ensayos 2 y 3.

En el extremo anterior se ha instalado una cámara web para la grabación de los ensayos.





PROYECTOS RELEVANTES /CETA

ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN POR LINDANO DEL VERTEDERO DE SARDAS (SABIÑÁNIGO) EN EL RÍO GÁLLEGO

Contacto: javier.rodriguez@cedex.es

En 2021 ha finalizado el estudio de la afección por lindano detectada en el río Gállego desde el embalse de Sabiñánigo que ha sido encargado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, y realizado a través de una colaboración entre el Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas (CETA) y el Laboratorio de Geotecnia (LG), del CEDEX.

El trabajo ha consistido en la recopilación y análisis de la información generada durante décadas por varios centros de la Administración Central, el Gobierno de Aragón y expertos en múltiples disciplinas. Esta información se ha integrado en una base de datos cartográfica y en una base de datos temporal de apoyo a éste y a futuros trabajos. El análisis realizado profundiza en el conocimiento del sistema formado por el embalse de Sabiñánigo, las instalaciones de Sardas ubicadas en su margen izquierda y el sustrato geológico. Se han seleccionado las hipótesis más plausibles sobre el funcionamiento del sistema para explicar los episodios de contaminación, y se han propuesto trabajos futuros para la caracterización adicional de aspectos clave de estas hipótesis que ayuden a corregir o limitar los impactos observados.

Entre los avances logrados destacan: la mejor definición del papel del sustrato de baja permeabilidad del vertedero de Sardas; la evaluación del sistema de sellado del vertedero y su estabilidad; las nuevas observaciones realizadas sobre balance de masas y distribución de contaminantes en los episodios analizados; y la propuesta de optimización de la red de vigilancia, en base a un mejor conocimiento del tiempo de renovación del agua en el embalse y de su conexión con los materiales subyacentes (limos y gravas de terraza fluvio-glaciar).

Los resultados del trabajo realizado ayudan a conocer el origen y la evolución de los contaminantes orgánicos persistentes en el agua y minimizar su impacto, en este caso de la contaminación por lindano del río Gállego. Ello contribuye especialmente

a las metas de los ODS 3, Salud y Bienestar, de reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo; 6, Agua Limpia y Saneamiento; y 15, Vida de Ecosistemas Terrestres, de proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, y de velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan.



Resumen de la información analizada en la realización del proyecto

Extensión y masas de agua	Nº de documentos estudiados	Nº de mediciones
8 km de tramo del río Gállego. Cinco masas de agua superficial incluyendo el embalse de Sabiñánigo	Más de 100 documentos (informes anuales de seguimiento, desde 1990 a 2020, y artículos)	Millones de registros de meteorología, hidrología y calidad química



PROYECTOS RELEVANTES /CETA

VIGILANCIA DE LA CALIDAD RADIOLÓGICA DE LAS AGUAS DE CONSUMO (ACTIVIDADES DE TRITIO)

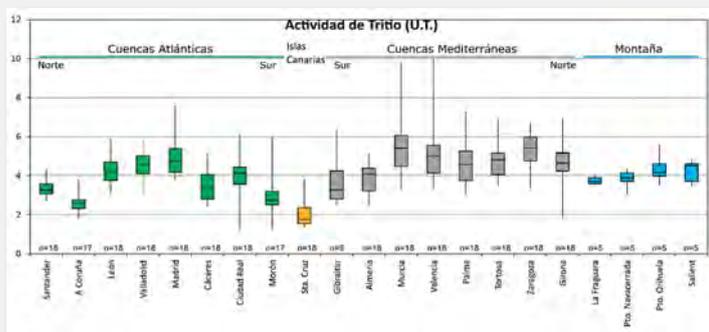
Contacto: javier.rodriguez@cedex.es

El Laboratorio de Hidrología Isotópica del CETA, acreditado según la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2017, trabaja en vigilancia radiológica ambiental desde su creación en 1970 con el objeto de atender a las necesidades de medida de la calidad radiológica del agua derivadas de la puesta en funcionamiento de las primeras centrales nucleares en España. Entre otros parámetros, se mide la actividad de tritio en las aguas continentales y aguas marinas españolas por el método directo (AMD: >3,0 Bq/l), y en las aguas marinas españolas (previa concentración electrolítica AMD: > 0,05 Bq/l) en apoyo al cumplimiento de tratados internacionales y directivas de la Unión Europea. Estos trabajos se realizan en el marco de la vigilancia radiológica del medio acuático para el Consejo de Seguridad Nuclear, y de la gestión del agua para la Dirección General del Agua (DGA) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Durante 2021, este laboratorio ha realizado análisis de tritio, previa concentración electrolítica en muestras de agua potable del abastecimiento de la isla de Tenerife colaborando con la Universidad de La Laguna para verificar que los valores de actividad detectados son inferiores al límite definido para el tritio en el Real Decreto 314/2016, de 29 de julio, que establece los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano (100.00 Bq/L). Los valores medidos en todas las muestras son próximos a la AMD, tres órdenes de magnitud inferiores a este límite, y equivalentes a la actividad del tritio en el agua de lluvia captada en galerías subterráneas tras el tiempo de decaimiento transcurrido durante su infiltración en el suelo (ver gráfica).

Estos trabajos se complementan con la participación del CEDEX, en la Red Española de Vigilancia de Isótopos en Precipitación (REVIP) y en la Red Global que gestionan la Organización Meteorológica Mundial y el Organismo Internacional para la Energía Atómica. Esta red de alta sensibilidad, además de dar apoyo a la gestión de los recursos hídricos y a los estudios de hidrología isotópica, clima y funcionamiento de ecosistemas, informa sobre el fondo natural de este radionucleido en la precipitación en la Península, Baleares y Canarias. Los datos están disponibles a través de la web del CEDEX: http://www.cedex.es/CEDEX/LANG_CASTELLANO/ORGANISMO/CENTYLAB/CETA/LINEAS/07_REVIP.htm

La vigilancia de los parámetros radiológicos de calidad de las aguas continentales y marinas y la revisión del cumplimiento de los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano en este campo que se realiza desde el CEDEX contribuyen directamente a la reducción y gestión de los riesgos para la salud nacional, una de las metas del ODS 3, Salud y Bienestar. Por otro lado, el uso de isótopos ambientales como el tritio para el trazado y datación del ciclo del agua en la REVIP sirve para conocer el tiempo de renovación del agua en los acuíferos, lo que es básico para asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce, dentro del ODS 6, Agua limpia y Saneamiento.



Extensión	Nº de mediciones en aguas de consumo	Nº de mediciones en aguas de precipitación	Nº de mediciones en aguas superficiales y marinas
España peninsular, islas Baleares y Canarias	12	44	560 (500 en aguas superficiales y 60 en aguas marinas)

← Variabilidad de la actividad de tritio en agua de precipitación desde 2000 a 2017 en las estaciones de la REVIP (1 U.T. = 0,11813 Bq/l)

PROYECTOS RELEVANTES /CETA

ANÁLISIS DE LOS RÉGIMENES DE CAUDALES ECOLÓGICOS ESTABLECIDOS EN LOS PLANES HIDROLÓGICOS DE CUENCA DEL SEGUNDO CICLO DE PLANIFICACIÓN (2015-2021)

Contacto: beatriz.molina@cedex.es

En 2021, se ha llevado a cabo el análisis de los regímenes de caudales ecológicos establecidos en los planes hidrológicos de cuenca del segundo ciclo de planificación (2015-2021), en un proyecto colaborativo entre el Área de Restauración Ambiental del CETA y el Área de Planificación Hidrológica del CEH, para dar respuesta a las necesidades de la Dirección General del Agua (DGA), del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD).

El objetivo del proyecto es obtener una visión a nivel nacional, lo más completa posible, sobre el grado de avance en la implementación y el cumplimiento de los caudales ecológicos en el segundo ciclo de planificación, en aras de actualizar la revisión realizada por el CEDEX en 2014. Para ello, en colaboración con los organismos de cuenca de las demarcaciones hidrográficas inter e intracomunitarias, se realizó una recopilación exhaustiva de toda la información disponible sobre los regímenes de caudales ecológicos. A partir de la información recabada, se compararon los caudales ecológicos mínimos con los caudales en régimen natural aforados o calculados con el modelo SIMPA3 para conocer la relación entre ambos.

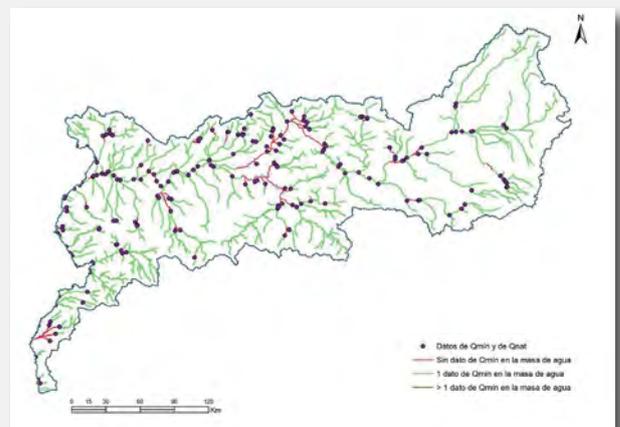
Los resultados de este análisis permitirán realizar los ajustes necesarios, en su caso, en los caudales ecológicos de los siguientes ciclos de planificación hidrológica, con la finalidad de mejorar su eficiencia en la consecución del buen estado de las aguas superficiales, en cumplimiento de la Directiva Marco del Agua (DMA). Con todo ello, se contribuye a una planificación racional y a un uso sostenible de los recursos hídricos, así como al mantenimiento y conservación de los ecosistemas relacionados con el agua (metas 6.4, 6.5 y 6.6, del ODS 6).

De este modo, se ha cumplido con el objetivo del Plan Estratégico CEDEX 2020-2022 de servicio al sector: por un lado, colaborando con los organismos de cuenca; y por otro, prestando asistencia al

MITERD y coadyuvando en sus responsabilidades ante la Comisión Europea.

El análisis realizado aporta los siguientes resultados para las masas de agua que deben disponer de un régimen de caudales ecológicos:

- El 65,33 % cuenta con alguna componente del régimen definida (caudales mínimos, caudales máximos, caudales generadores, tasas de cambio)
- El caudal mínimo ecológico se ha establecido para el 62,33 % de las masas de agua
- Se han analizado 3.439 tramos de río en los que se ha definido el caudal mínimo ecológico
- El caudal mínimo ecológico generalmente representa el 11 % del caudal natural



↑ Masas de agua y puntos con datos de caudal en régimen natural y caudal ecológico mínimo según el número de tramos en los que se ha establecido caudal ecológico mínimo en la demarcación hidrográfica del Guadiana.

ESTUDIO DEL CURADO DEL HORMIGÓN ARMADO CON AGUA DE MAR

Contacto: victor.lanza@cedex.es

En 2021 finalizó el estudio de la influencia que tiene el proceso constructivo de cajones flotantes, utilizados en la construcción de diques y muelles, sobre la durabilidad que posteriormente presentarán estas estructuras que, por su realización en plataformas flotantes, han estado en contacto prematuro con agua de mar.

Los cajones flotantes son estructuras de hormigón armado de grandes dimensiones que se construyen con encofrado deslizante sobre el mar, se transportan flotando y se fondean para la formación de estructuras portuarias, como diques y muelles.

El proceso constructivo de estos elementos obliga a que el hormigón armado entre en contacto con el agua de mar durante su periodo de curado, ya que la parte inferior del cajón se va sumergiendo en el mar según el cajón va ganando altura.

El Área de Ciencia de Materiales del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales ha realizado, a petición de Puertos del Estado, el estudio sobre el alcance que tiene el contacto prematuro del hormigón con el agua del mar en la posterior durabilidad de los cajones flotantes.

Para ello, se han ensayado 7 dosificaciones diferentes de hormigón, con y sin adiciones puzolánicas, que cumplen las exigencias del Código Estructural

para el ambiente marino más agresivo. El estudio de laboratorio, prolongado durante 3 años, ha permitido conocer cómo se comportan los hormigones que tienen un curado inicial en agua salada o dulce y que posteriormente se sumergen completamente en agua de mar.

Este trabajo en laboratorio se ha completado con el estudio sobre cajones reales, comparando la zona superior que no entra en contacto con el agua de mar hasta días después de su fabricación, con la zona inferior del cajón, que entra en contacto inmediatamente después de su ejecución.

El trabajo realizado ha concluido que las diferencias encontradas en el avance de los cloruros se manifiestan en las primeras edades y acotados a los 10 mm exteriores del recubrimiento, pero su repercusión a largo plazo no resulta importante. Tampoco las propiedades físicas y mecánicas del hormigón se ven alteradas. Por tanto, no se ha apreciado un riesgo significativo de mayor corro-



← Fabricación en un cajón flotante.

sión de las armaduras en los cajones por el método constructivo utilizado.

Este estudio ha permitido modificar el artículo 29 de Código Estructural para permitir que se puedan curar, por inmersión en agua de mar, elementos que vayan a estar expuestos a ambiente XS2, dando así mayor cobertura normativa a un método constructivo que sitúa a España entre los países más avanzados en la construcción de cajones de hormigón armado.

- Se estudian en laboratorio hormigones con cementos CEM I, CEM II/B-V y CEM III/B, que cumplen los requisitos para ambiente XS3
- Se llevan a cabo 12 sondeos en 6 cajones de 3 estructuras diferentes para la realización de ensayos sobre cajones flotantes en servicio
- El estudio ha evaluado la resistencia a compresión, la resistividad, la penetración de agua, los perfiles de cloruros, la porosidad abierta, la absorción capilar y la permeabilidad al oxígeno



← Ubicación de sondeos para el estudio de cajón flotantes.

ANÁLISIS DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO DE VIADUCTOS DE ALTA VELOCIDAD EN RELACIÓN CON LA INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA

Contacto: ismael.carpintero@cedex.es

En verano de 2021 el CEDEX atendió un encargo para valorar los criterios de diseño de 16 viaductos de ferrocarril par a alta velocidad, fundamentalmente desde el punto de vista de la modelización y de la interacción suelo-estructura.

El Laboratorio Central, con el Laboratorio de Geotecnia (LG) del CEDEX, emitió un informe de evaluación especializada sobre los criterios de diseño estructural a adoptar en el proyecto de dieciséis viaductos pertenecientes a una nueva línea de alta velocidad. Tales criterios se referían fundamentalmente a aspectos tan específicos como la interacción suelo-estructura, tanto estática como dinámica; y a parámetros y particularidades a considerar en la modelización y análisis sismorresistente.

Se entiende como interacción suelo-estructura la diferencia entre la respuesta real de una estructura al verse sometida a la acción de un sismo frente a su respuesta suponiendo que ésta se encuentra idealmente cimentada en una condición de base rígida. En el caso de acciones dinámicas, como los terremotos, el fenómeno de la interacción refleja un conjunto de efectos cinemáticos e inerciales que son provocados por la compatibilidad de los campos de desplazamientos y velocidades entre el cimiento y el terreno.

Si bien es cierto que en la mayor parte del territorio nacional la hipótesis accidental de sismo no resulta condicionante, para los puentes, en determinadas zonas geográficas, como el sureste de la península donde se emplazan los viaductos de nuestro caso, la sismicidad ya tiene un carácter preponderante.

En este caso, la consideración de unos u otros criterios de diseño, como por ejemplo la modelización de las vinculaciones y los parámetros de masa y rigidez a considerar en cada elemento, condicionaban de forma decisiva no sólo los esfuerzos resultantes, sino también el sistema de vinculaciones

a contemplar entre el tablero y la infraestructura, sistema que hay que implementar de forma adecuada en los modelos de cálculo y posteriormente materializar en la estructura construida.

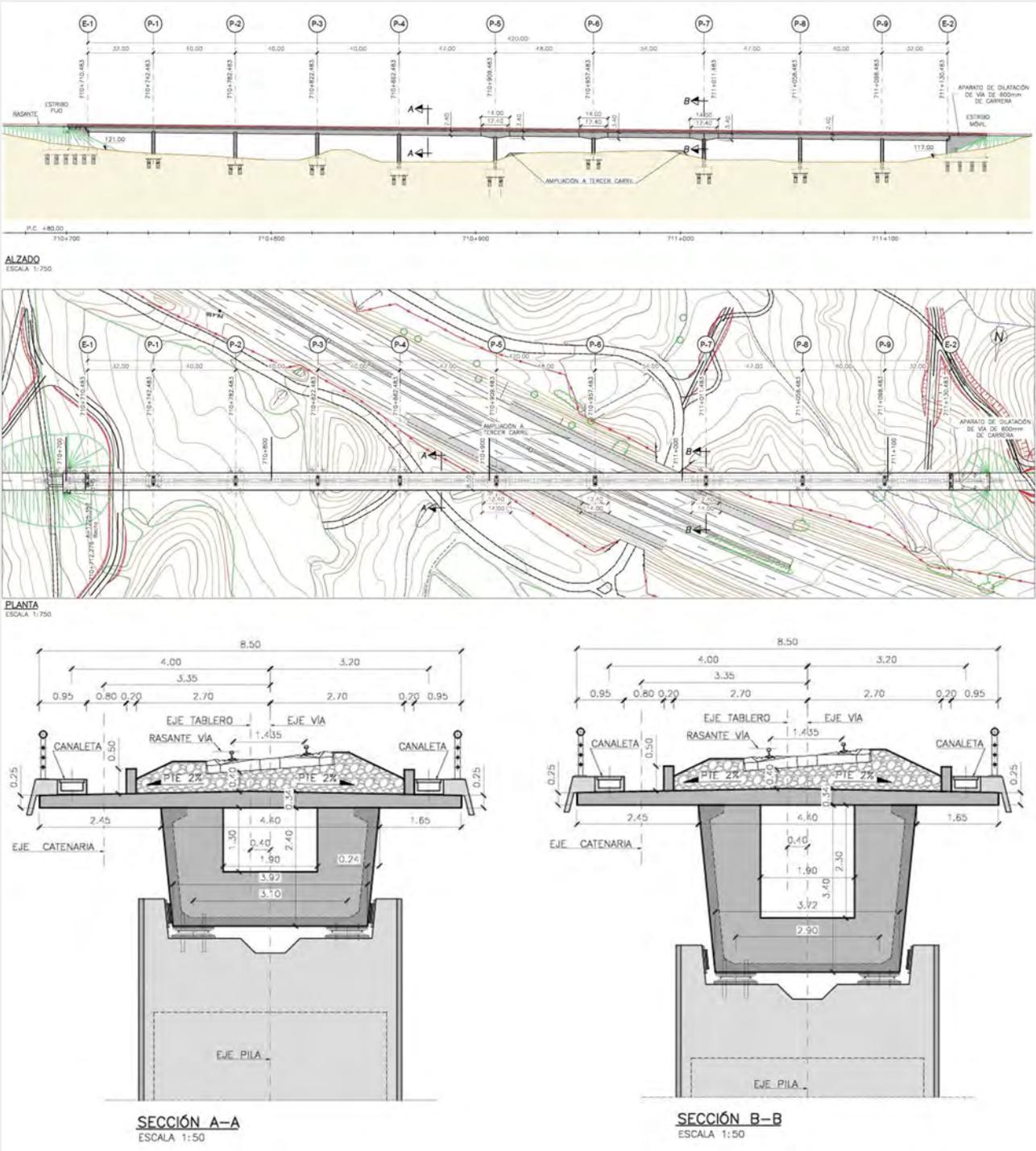
Cabe señalar que todas las anteriores consideraciones tenían una fuerte implicación en el presupuesto y plazo de la obra.

- En España es poco habitual que la interacción dinámica condicione el diseño de la estructura en viaductos
- Se estudiaron los criterios de diseño a adoptar para 16 viaductos de alta velocidad situados en una zona de alta sismicidad
- Las hipótesis consideradas condicionaban el diseño estructural de los viaductos y sus vinculaciones entre elementos y con el terreno



← Esfuerzos flectores en los pilotes en situación sísmica de proyecto.

PROYECTOS RELEVANTES



↑ Planta, alzado y secciones transversales de uno de los puentes.



PROYECTOS RELEVANTES /LG

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE GEOMATERIALES Y RESIDUOS EN EL ÁMBITO GEOTÉCNICO

Contacto: rafael.rodriguez@cedex.es

El Laboratorio de Química del Laboratorio de Geotecnia del CEDEX tiene como finalidad caracterización química y medioambiental de suelos, rocas u otros geomateriales y sus aguas asociadas, así como de residuos reciclables en obras geotécnicas.

Los procedimientos empleados a tal efecto se desarrollan en la monografía CEDEX M-141 *Ensayos de Análisis Químico en Geotecnia. Empleo de Técnicas Instrumentales* (2019). Con ellos se pueden determinar parámetros químicos convencionales como las pérdidas por calcinación, sulfatos solubles, yesos, sales solubles, materia orgánica, carbonatos, pH y potencial redox en muestras de suelos, rocas, materiales de construcción y residuos (muestras sólidas), o de pH, conductividad eléctrica, alcalinidad y materia orgánica en aguas y lixiviados asociados (muestras líquidas).

También mediante protocolos de ensayo basados en instrumentación analítica avanzada se puede determinar la composición mineralógica, la capacidad de intercambio catiónica, el contenido de elementos mayoritarios en muestras sólidas, el de iones solubles en muestras líquidas, o el de trazas metálicas y mercurio en todas ellas.

El análisis de estos parámetros químicos permite el estudio de problemas geotécnicos relacionados con suelos y rocas contaminados, hidrogeología subterránea, filtraciones en presas de materiales, identificación de suelos, clasificación de residuos para vertederos y su posible aprovechamiento como material de relleno o terraplén, dispersión de suelos, tratamiento de suelos con cemento y movilidad de contaminantes en vertederos. Tal es el caso del trabajo realizado durante 2021 para la CH Ebro en el vertedero de Sardas, Sabiñánigo (Huesca).

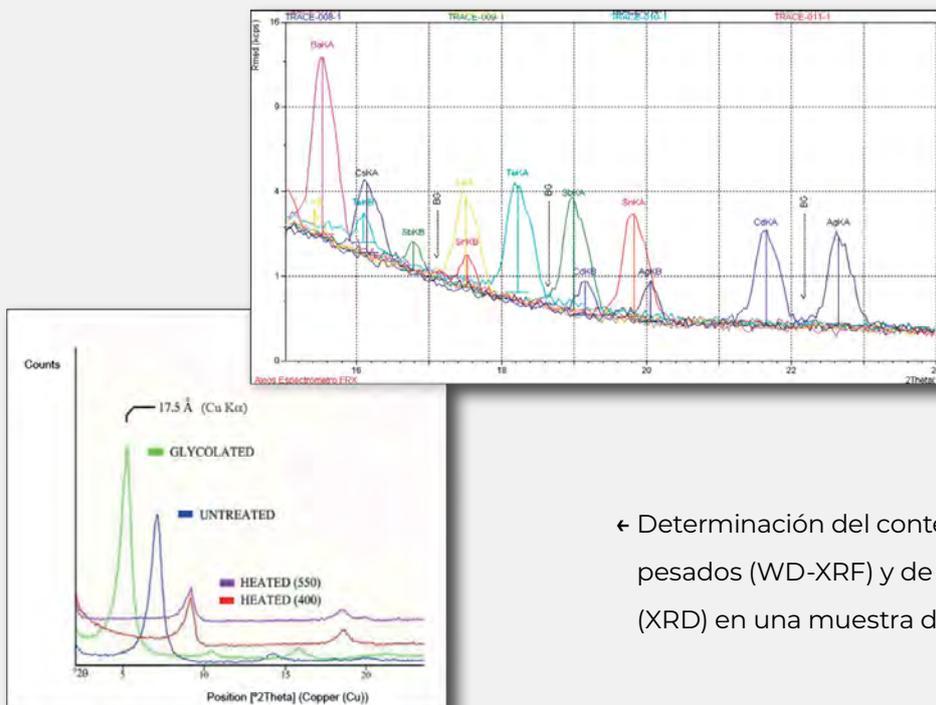
Principales técnicas instrumentales de análisis químico-mineralógico del Laboratorio de Geotecnia

Geomateriales y residuos

WD-XRF
TGA-DSC
XRD
DMA

Aguas y lixiviados

ICP-OES
DMA
IC



← Determinación del contenido de metales pesados (WD-XRF) y de minerales arcillosos (XRD) en una muestra de suelo.

PROPUESTA DE REVISIÓN Y REPOSICIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN EN LAS LADERAS DEL EMBALSE DE ARENÓS (CASTELLÓN)

Contacto: enrique.asanza@cedex.es

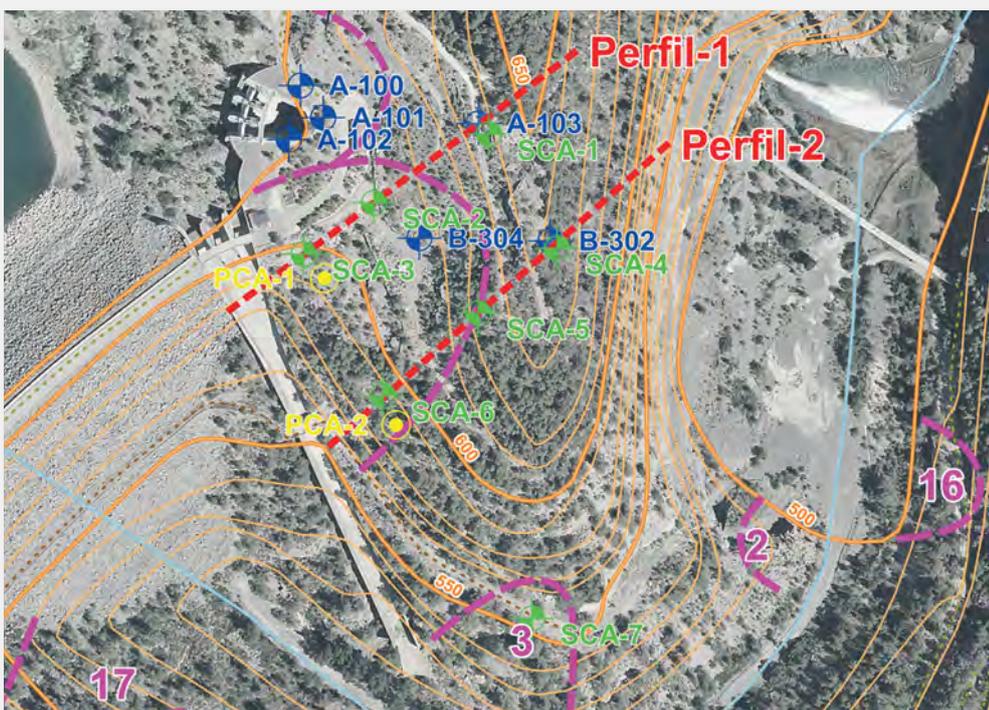
Este trabajo es un ejemplo de la asistencia que presta el Laboratorio de Geotecnia del CEDEX a la Dirección General del Agua. En concreto, se trata de dar soporte para la reevaluación de la estabilidad de las laderas del embalse de Arenós, en la cabecera del río Mijares, afluente del Júcar, en la provincia de Castellón.

Desde antes incluso de su construcción, la estabilidad de las laderas del vaso del embalse, así como las de la propia cerrada, han suscitado cierta incertidumbre. Tanto es así que la propia explotación del embalse se ha visto limitada por ello, y durante los 45 años de existencia del embalse se ha evitado el llenado en su totalidad, remarcando dos episodios de deslizamientos. Uno afectó al aliviadero en 1987 a través de un deslizamiento planar entre estratos de calizas jurásicas que derrumbó el muro de su cajero inhabilitando una de las compuertas y la pasarela de coronación. Y el otro en 1989, cuan-

do parte de la ladera que hay frente a Puebla de Arenoso deslizó hacia el embalse.

La intención de finalizar la puesta en carga del embalse por parte de la Confederación Hidrográfica del Júcar (CH Júcar), define el objeto de la actuación que sería la revisión de todo el sistema de auscultación de movimientos del terreno.

En vista a esta demanda, el trabajo se dividió en dos partes: una de reevaluación de la instrumentación instalada y otra sobre la aplicabilidad de las técnicas más modernas de teledetección. Así, se ha efectuado una revisión de la instrumentación colocada, fundamentalmente inclinómetros, piezómetros y control topográfico, llegando a la conclusión de que gran parte de esta instrumentación se encuentra obsoleta, ha dejado de funcionar o ya no cumple con los requisitos iniciales establecidos, como es el caso de algunos inclinómetros que se



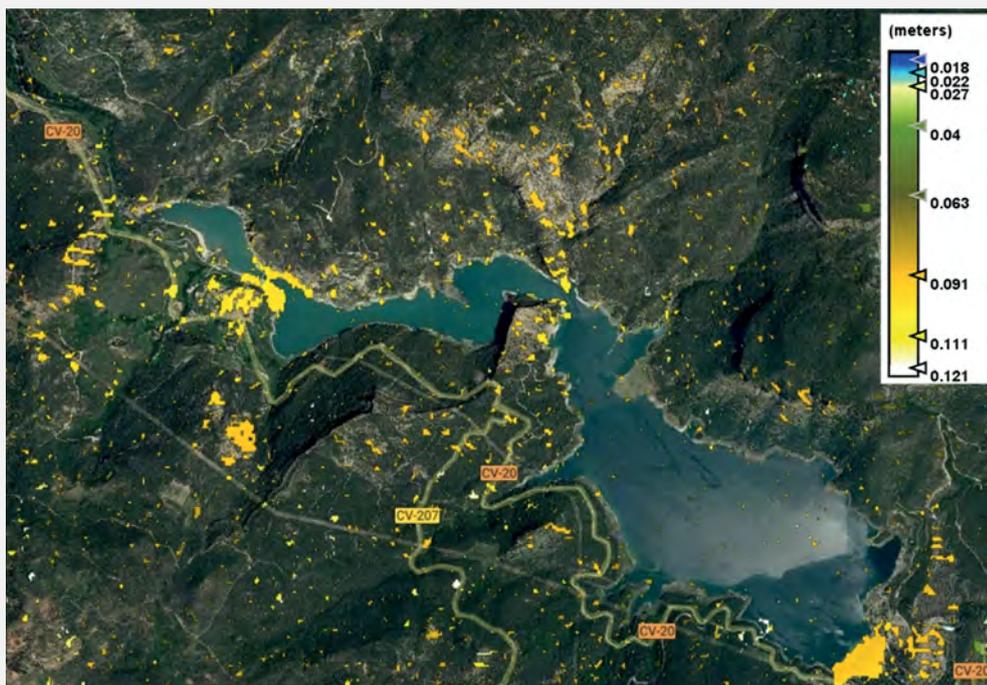
← Propuesta de instrumentación en la zona de la cerrada de la presa.

han cortado, o del propio sistema de auscultación topográfica que lleva unos años sin aportar datos.

Así pues, se ha efectuado una propuesta para el establecimiento de un nuevo sistema de auscultación de movimientos de las laderas del embalse, consistente en la ejecución de 26 nuevos sondeos inclinométricos y 13 piezómetros de cuerda vibrante establecidos en 13 perfiles de medición de movimientos, a su vez divididos en tres zonas consideradas como de mayor susceptibilidad a los deslizamientos: zona de la cerrada de la presa, zona del casco urbano de Puebla de Arenoso y ladera enfrente de dicha localidad. Todo ello se complementa con la reposición de un nuevo sistema de auscultación topográfica GNSS diferencial con dos estaciones de referencia y 37 puntos de control distribuidos, fundamentalmente, en la

localidad de Puebla de Arenoso y la ladera de enfrente. Para la zona de la presa y el aliviadero se ha recomendado un sistema automático capaz de detectar movimientos en tiempo real y alertar de su peligrosidad, ya que en esta zona se realizarán labores de reposición del aliviadero dañado en 1987.

En cuanto a las técnicas de teledetección, lo fundamental es ver cuál es la más idónea y aplicable. Y dentro del abanico de posibilidades, la interferometría con imágenes de radar de apertura sintética, INSAR, se ha considerado la más adecuada. Permite cubrir la gran extensión del embalse, con una precisión aceptable, y un coste en horas de trabajo de campo asequible, lo que la convierte en un complemento perfecto a las medidas puntuales de sondeos inclinométricos.



← Análisis INSAR del embalse de Arenós con indicación de las zonas donde se detectan movimientos.



PROYECTOS RELEVANTES /LG

PROYECTO EUROPEO GEOLAB

JORNADAS DE TRABAJO Y CURSO PARA JÓVENES INVESTIGADORES

Contacto: jose.estaire@cedex.es

El CEDEX participa en el proyecto europeo GEOLAB a través del Cajón Ferroviario del CEDEX (CFC), perteneciente al Laboratorio de Geotecnia.

En el proyecto participan 10 instituciones europeas que operan 11 instalaciones singulares de ensayo, en el campo de la ingeniería geotécnica. En dichas instalaciones es posible estudiar el comportamiento del terreno, su interacción con las estructuras y su afección al medio ambiente. Dichos estudios se realizan básicamente mediante modelos físicos.

El objetivo del proyecto es integrar estas instalaciones singulares para avanzar en estudios innovadores que permitan enfrentar los nuevos retos a los que están sometidas las infraestructuras críticas en Europa.

Dentro de las tareas del proyecto GEOLAB también se encuentra la transferencia de conocimiento. En este marco, el CEDEX ha organizado el primer seminario del proyecto, en formato híbrido. Incluyó reuniones de trabajo de los miembros del proyecto, jornadas abiertas con empresas privadas y curso de formación a jóvenes investigadores.

Proyecto europeo GEOLAB

<https://project-geolab.eu/>

Proyecto financiado por el programa de desarrollo e investigación Horizonte 2020, bajo el Grant Agreement No. 101006512

Detalles de las instalaciones singulares incluidas dentro del proyecto GEOLAB

Instalación Singular	País/Ciudad	Propietario	Tamaño del Modelo Físico
Large-scale triaxial apparatus	Slovenia/Ljubljana	UM/ZAG	Pequeño
TU Delft Geotechnical centrifuge	The Netherlands/Delft	TU Delft	Pequeño
Beam and Drum Centrifuge	Switzerland/Zurich	ETHZ	Pequeño
Uni-Eiffel Geo-Centrifuge	France/Bouguenais	Uni Eiffel	Pequeño
Geo-Centrifuge	The Netherlands/Delft	Deltares	Pequeño
Schofield Centre	United Kingdom/Cambridge	UCAM	Pequeño
TU Delft Large Scale Geotechnical Physical Modelling Facility	The Netherlands/Delft	TU Delft	Medio
GeoModel Container	The Netherlands/Delft	Deltares	Medio
TUDa Geotechnical Test Pit	Germany/Darmstadt	TUDa	Grande
CEDEX Track Box	Spain/Madrid	CEDEX	Grande
Geo-Test Sites	Norway/Onsøy, Tiller, Halden, Øysand and Svalbard	NGI	Completo

ASISTENCIA TÉCNICA A LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS DEL MITMA SOBRE LA PATOLOGÍA OBSERVADA EN LA CARRETERA N-420, VARIANTE DE ESCUCHA (TERUEL)

Contacto: javier.moreno@cedex.es

La Dirección General de Carreteras del MITMA solicitó apoyo al CEDEX en relación con diferentes problemas geológico-geotécnicos observados en varios tramos de la carretera N-420, en torno a la localidad de Escucha (Teruel).

El tramo afectado por las patologías es el comprendido entre los pp.kk. 648+290 y 649+260. En esa zona la carretera discurre en relleno de tipo terraplén.

La problemática existente está relacionada con las deformaciones observadas en la plataforma de la carretera y que tienen su reflejo en la formación de grietas, ondulaciones e irregularidades en la rasante. Ello ha provocado problemas de seguridad vial, afecciones al tráfico e incrementos en el coste mantenimiento de carretera.

Para diagnosticar el origen de las patologías y proponer las medidas correctoras oportunas el CEDEX en colaboración con la Demarcación de Carreteras, ha realizado diversas labores entre las que se pueden destacar las siguientes:

- Instalación de tubería mixta inclinométrica y micrométrica en sondeos y seguimiento de las deformaciones y movimientos correspondientes.
- Instalación de piezómetros abiertos y seguimiento de los niveles correspondientes.
- Control de referencias topográficas con estación total.
- Ensayos de penetración dinámica DPSH.
- Ensayos de laboratorio de muestras inalteradas.

También se han analizado los antecedentes, con relevancia geotécnica provenientes de la fase de construcción de la carretera, y el resultado de las nuevas prospecciones geotécnicas realizadas al efecto (15 sondeos).

A partir de la información que ha proporcionado la auscultación y el análisis de la documentación disponible se han identificado las posibles causas de la patología observada.



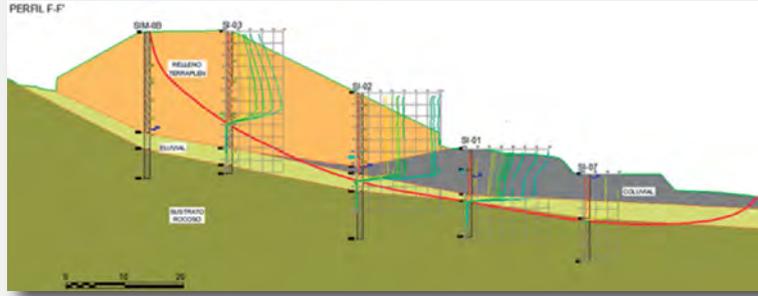
↑ Grietas en el firme.



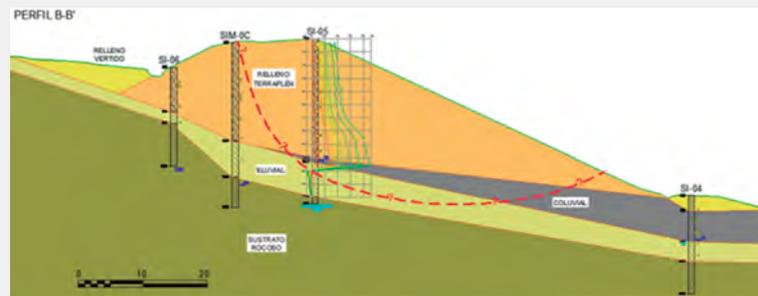
↑ Deformaciones en el firme.

Para su corrección se han planteado diversas alternativas, que se han comparado entre sí mediante criterios técnicos, económicos y funcionales teniendo siempre presente la sostenibilidad y resiliencia de la actuación.

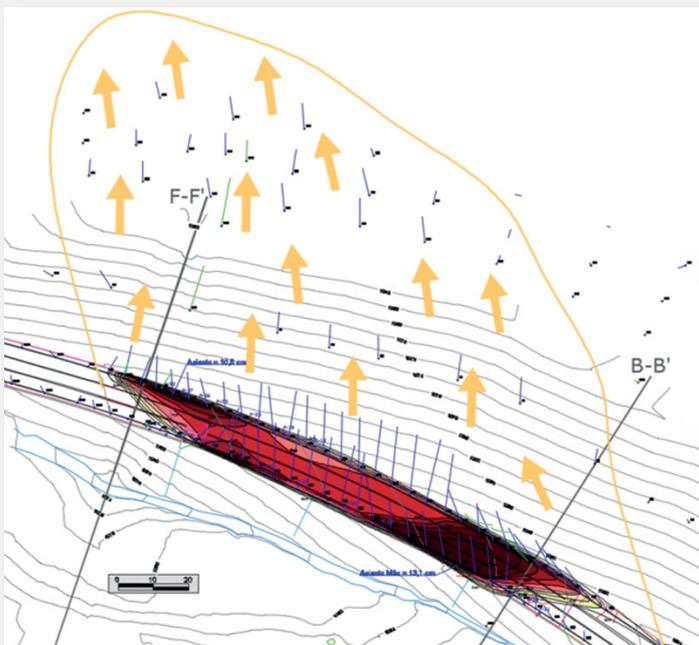
Finalmente se ha redactado un informe de conclusiones en el que se recomienda la implementación de la alternativa correctora que se considera óptima. Posteriormente se seguirá prestando apoyo técnico durante las obras correspondientes



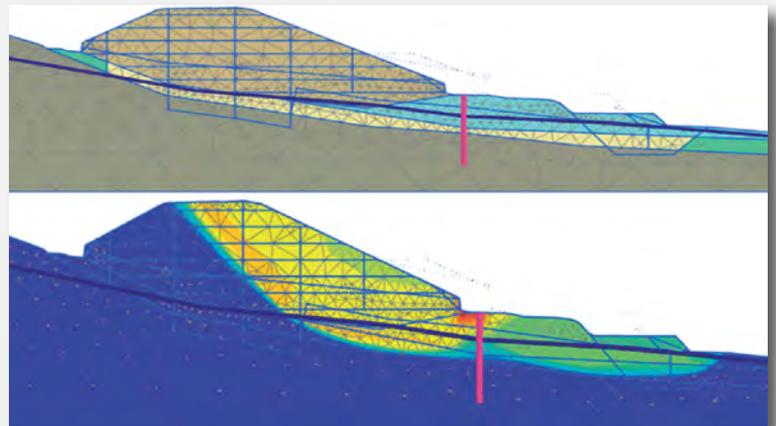
↑ Perfil F-F'. Corte litológico, inclinometría y superficie de inestabilidad.



↑ Perfil B-B'. Corte litológico, inclinometría y superficie de inestabilidad.



↑ Planta de interpretación del deslizamiento.



↑ Modelos numéricos de elementos finitos para el análisis técnico de las diferentes alternativas de actuación.

EXPOSICIÓN 'CIENCIA Y AGUA. MANUEL LORENZO PARDO, INGENIERO HIDRÁULICO'

Contacto: dolores.romero@cedex.es

Desde su fundación, el Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (CEHOPU) ha destacado como uno de los principales activos nacionales dedicado a la investigación y difusión del patrimonio de la ingeniería. Una de las líneas de trabajo que viene desarrollando el centro pasa por dar a conocer la obra de ingenieros españoles que hayan estado fuertemente vinculados al Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). En este contexto se encuadra la organización de la exposición temporal *Ciencia y agua. Manuel Lorenzo Pardo, Ingeniero Hidráulico*, que está desarrollando el centro. Su inauguración está prevista para enero de 2023, con sede en el pabellón Villanueva del Real Jardín Botánico de Madrid.

Manuel Lorenzo Pardo (1881-1953) fue uno de los ingenieros de caminos, canales y puertos más destacados de la primera mitad del siglo XX. Especializado en el ramo de la hidráulica, entre sus méritos y trabajos más sobresalientes debemos indicar aquellos relativos a la promoción, planificación y ejecución de proyectos hidráulicos de gran envergadura y repercusión, como el proyecto del embalse del Ebro, en Reinosa, la concepción y creación de las actuales Confederaciones Hidrográficas y del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, así como la redacción del *Plan Nacional de Obras Hidráulicas* (1933), el primero que contempla una visión integradora de los problemas hidrológicos del país basándose en las diferentes realidades de las cuencas hidrográficas, y tomando en consideración no solamente cuestiones hidrológicas, sino también geográficas, climáticas, forestales o económicas. El modelo de la división del territorio español en cuencas hidrográficas de mayor autonomía para una mejor planificación y gestión de los recursos hídricos del país, propuesto por Lorenzo Pardo, servirá de ejemplo e inspiración a otros países. La figura de Manuel Lorenzo Pardo no sólo es interesante por el trabajo desarrollado en el ámbi-

to de la ingeniería hidráulica y su papel en la dirección de organismos y entidades de carácter institucional. Se trata de un personaje verdaderamente atractivo por la intensidad y calidad de sus relaciones y actividades extraprofesionales, fuertemente conectado con el ambiente científico y cultural de su época. Cabe destacar también su activo papel como divulgador científico, donde alcanzó un notable reconocimiento, fundamentado en su participación en eventos nacionales e internacionales de gran trascendencia para su profesión. La obra y escritos de Manuel Lorenzo Pardo están plenamente vigentes en la medida en que buena parte de las políticas hidráulicas desarrolladas desde la segunda mitad del siglo XX han sido deudoras o herederas de su plan nacional.

Esta exposición permitirá realizar una profunda y necesaria labor de investigación en torno a la figura de Manuel Lorenzo Pardo, mostrará documentación inédita vinculada con el ingeniero y las instituciones relacionadas, y ofrecerá una oportunidad única de actualizar la dimensión intelectual de su trabajo y complejo legado.



↑ Manuel Lorenzo Pardo explica el *Plan Nacional de Obras Hidráulicas* de 1933 durante la exposición que se le dedicó un año después en el Palacio de la Música de Madrid.



The image features a complex, abstract composition of overlapping, curved shapes. The primary colors are various shades of green, ranging from a vibrant lime green to a deep forest green. Interspersed among these are sections of a light grey color. The shapes are layered, creating a sense of depth and movement. The overall aesthetic is modern and organic, with a focus on fluid, curved lines. The word 'ANEXOS' is positioned in the lower-left quadrant, rendered in a bold, sans-serif font that matches the vibrant lime green color of the design.

ANEXOS

1. ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS

2D	Dos Dimensiones
3D	Tres Dimensiones
AA CC	Autoridades Competentes
AA PP	Autoridades Portuarias
ACCV	Análisis del Coste del Ciclo de Vida
ACHE	Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural
ACI	<i>American Concrete Institute</i>
ACUAMED	Aguas de las Cuencas Mediterráneas, S.A.
ACV	Análisis del Ciclo de Vida
ADIF	Administrador de Infraestructuras Ferroviarias
AEAS	Asociación Española de Abastecimiento y Saneamiento
AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
AEDYR	Asociación Española de Desalación y Reutilización
AEMA	Agencia Europea de Medio Ambiente
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
AESF	Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria
AETESS	Asociación de Empresas de la Tecnología del Suelo y Subsuelo
AFNOR	<i>Association Française de Normalisation</i>
AGE	Administración General del Estado
AIS	Sistema de Información Automática
AL	Acoso Laboral
AP	Autoridad Portuaria
APA	Agencia Portuguesa de Medio Ambiente
ASEFMA	Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas

ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS

ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
ATC	Asociación Técnica de Carreteras
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAF	Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles
CC AA	Comunidades Autónomas
CDTI	Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial
CEDEX	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
CEH	Centro de Estudios Hidrográficos
CEHOPU	Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo
CEN	Comité Europeo de Normalización
CEPYC	Centro de Estudios de Puertos y Costas
CET	Centro de Estudios del Transporte
CETA	Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas
CFC	Cajón Ferroviario del CEDEX
CH	Confederación Hidrográfica
CIAIM	Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos
CIEMAT	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
CNOSSOS-EU	<i>Common Noise Assessment Methods in Europe</i>
CO ₂	Dióxido de carbono
CO ₂ eq	Unidades equivalentes de dióxido de carbono
COVID-19	Coronavirus Disease of 2019
COVNM	Compuestos orgánicos volátiles no metánicos
CPE	Contratación Pública Ecológica
CRT	Coeficiente de Rozamiento Transversal
CTN	Comité Técnico de Normalización
DGA	Dirección General del Agua
DGC	Dirección General de Carreteras
DGCM	Dirección General de la Costa y el Mar

ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS

DGMM	Dirección General de la Marina Mercante
DIN	<i>Deutsches Institut für Normung</i>
DLR	<i>Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt</i>
DMA	Directiva Marco del Agua
DPSIR	<i>Drivers, Pressures, State, Impacts and Responses</i>
DSR	Reómetro de Deslizamiento Dinámico
EAL	<i>European ERTMS Accredited Labs Association</i>
ECTS	<i>European Credit Transfer and Accumulation System</i>
EEA	<i>European Environment Agency</i>
EEEC	Estrategia Española de Economía Circular
EMEP	<i>European Monitoring and Evaluation Programme</i>
ENAC	Entidad Nacional de Acreditación
END	<i>Environmental Noise Directive</i>
ERA	<i>European Union Agency for Railways</i>
ERJU	<i>Europe's Rail Joint Undertaking</i>
ERTMS	<i>European Rail Traffic Management System</i>
ESC	<i>ETCS System Compatibility Test</i>
ETCS	<i>European Train Control System</i>
ETI	Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad
EUROSTRUCT	<i>European Association on Quality Control of Bridges and Structures</i>
EUSPA	<i>EU Agency for the Space Programme</i>
EVC	<i>European Vital Computer</i>
FCAS	Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento
FIIAPP	Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GSAT	Gestión de las Solicitudes de Acceso
GVE	General de Valores Extremos

ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS

H2020	Horizonte 2020 de la UE
I+D+i	Investigación, Desarrollo e Innovación
IAHR	<i>International Association of Hydraulic Engineering and Research</i>
ICCP	Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
IFMIF-DONES	<i>International Fusion Materials Irradiation Facility-Demo Oriented Neutron</i>
IGME	Instituto Geológico y Minero de España
IGN	Instituto Geográfico Nacional
IHM	Instituto Hidrográfico de la Marina
ILSA	Intermodalidad de Levante SA
INAP	Instituto Nacional de Administración Pública
INECO	Ingeniería y Economía del Transporte
INSPIRE	Infraestructuras de Información de Datos Espaciales
IRI	Índice de Regularidad Internacional
ISA	Instituto Superior de Agronomía de la Universidad de Lisboa
ISO	<i>International Standard Organization</i>
ISRM	Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas
LAV	Línea de Alta Velocidad
LCEYM	Laboratorio Central de Estructuras y Materiales
LEM	Laboratorio de Experimentación Marítima
LG	Laboratorio de Geotecnia
LIF	Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria
MAECUEC	Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación
MER	Mapas Estratégicos de Ruido
MITMA	Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana
MTERD	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
NEN	<i>Nederlands Normalisatie-Instituut</i>
NFVU	Neumáticos al Final de su Vida Útil
NO	Óxido de nitrógeno

ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS

ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OECC	Oficina Española de Cambio Climático
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
OMI	Organización Marítima Internacional
p. k.	Punto kilométrico
PAR	Planes de Acción contra el Ruido
PE	Puertos del Estado
PEC 2020-2022	Plan Estratégico CEDEX 2020-2022
PGRI	Planes de Gestión del Riesgo de Inundación
pH	Potencial Hidrógeno
PIANC	Asociación Internacional de Infraestructuras del Transporte Acuático
PIARC	<i>Permanent International Association of Road Congresses (Asociación Mundial de la Carretera)</i>
PM	Material Particulado
PNACC	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
PNIC	Premio Nacional de Ingeniería Civil
PRL	Prevención de Riesgos Laborales
PTAS	Programa Tecnológico de Automoción Sostenible
RBC	<i>Radio Block Center</i>
RCD	Residuos de Construcción y Demolición
RCE	Red de Carreteras del Estado
RD	Real Decreto
RENFE	Red Nacional de Ferrocarriles Españoles
REVIP	Red Española de Vigilancia de Isótopos en Precipitación
REYAC	Gabinete de Relaciones Externas y Actividades Comerciales
RFI	<i>Rete Ferroviaria Italiana</i>
RNF	Reservas Naturales Fluviales

ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS

ROM	Recomendaciones para Obras Marítimas
S2R	<i>Shift2Rail</i>
SAMOA	Sistema de Apoyo Meteorológico y Oceanográfico de la Autoridad Portuaria
SARS-CoV-2	<i>Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2</i>
SEA	Sociedad Española de Acústica
SEC	Sistemas Eléctricos de Carreteras
SEMSIG	Sociedad Española de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica
SGA	Sistema de Gestión Ambiental
SGS	<i>Société Générale de Surveillance</i>
SICA	Sistema de Información sobre Contaminación Acústica
SIGP	Espacio Integrado de Gestión de Personal
SIMPA	Sistema Integrado para la Modelación del Proceso Precipitación Aportación
SMA	<i>Stone Mastic Asphalt</i>
SNE	Sociedad Nuclear Española
SO ₂	Anhídrico sulfuroso
TALGO	Tren Articulado Ligero Goicoechea Oriol
TdC	Transferencia de Conocimiento
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
UCM	Universidad Complutense de Madrid
UE	Unión Europea
UIC	<i>International Union of Railways</i>
UIDI	Unidad de Investigación, Desarrollo e Innovación
UNE	Norma de la Asociación Española de Normalización y Certificación
UNED	Universidad Nacional de Educación a Distancia
WOS	<i>Web of Science</i>
ZEC	Zonas de Especial Conservación

2. RECURSOS ECONÓMICO-FINANCIEROS

EJECUCIÓN DEL PRESUPUESTO DE INGRESOS 2021

CAPÍTULO	PRESUPUESTO FINAL	DERECHOS RECONOCIDOS	EJECUCIÓN %
3. Tasas, precios públicos y otros ingresos	12.912.330	6.677.260	52 %
4. Transferencias corrientes	16.294.512	16.335.042	100 %
5. Ingresos patrimoniales	1.550	357	23 %
7. Transferencias de capital	1.000.000	793.953	79 %
8. Activos financieros	8.043.320	6.790	0 %
TOTAL PRESUPUESTO INGRESOS	38.251.712	23.813.404	62 %

EJECUCIÓN DEL PRESUPUESTO DE GASTOS 2021

CAPÍTULO	CRÉDITO FINAL	OBLIGACIONES RECONOCIDAS	EJECUCIÓN %
1. Gastos de personal	20.806.340	18.719.250	90 %
2. Bienes y servicios	5.499.252	4.395.010	80 %
4. Transferencias corrientes	155.800	77.865	50 %
6. Inversiones	11.752.000	3.111.362	26 %
8. Activos financieros	38.320	6.752	18 %
TOTAL PRESUPUESTO GASTOS	38.251.712	26.310.239	69 %

BALANCE DE SITUACIÓN		
ACTIVO	2021	2020
ACTIVO NO CORRIENTE	75.011.375	71.662.006
Inmovilizado intangible	308.174	245.759
Propiedad industrial e intelectual	1.625	1.625
Aplicaciones informáticas	306.549	244.134
Inmovilizado material	74.699.033	71.412.847
Terrenos	28.515.852	28.515.852
Construcciones	33.804.795	31.198.684
Otro inmovilizado material	12.378.386	10.902.559
Inmovilizado en curso y anticipos	0	795.752
Inversiones financieras a largo plazo	4.168	3.400
Crédito y valores representativos de deuda	4.168	3.400
Otras inversiones financieras	0	0
ACTIVO CORRIENTE	14.472.857	17.445.867
Deudores y otras cuentas a cobrar	11.814.226	15.325.984
Deudores por operaciones de gestión	8.327.235	11.840.430
Otras cuentas a cobrar	47.264	69.636
Administraciones públicas	3.439.727	3.415.918
Inversiones financieras a corto plazo	3.989	3.295
Créditos y valores representativos de deuda	1.900	2.706
Otras inversiones financieras	2.089	589
Ajustes por periodificación	296	289
Efectivo y otros activos líquidos equivalentes	2.654.346	2.116.298
Tesorería	2.654.346	2.116.298
TOTAL ACTIVO	89.484.232	89.107.872

BALANCE DE SITUACIÓN		
PATRIMONIO NETO Y PASIVO	2021	2020
PATRIMONIO NETO	88.154.529	88.110.070
Patrimonio aportado	84.251.752	84.251.752
Patrimonio generado	3.727.552	3.831.990
Resultados de ejercicios anteriores	3.326.287	11.179.806
Resultados de ejercicio	401.265	-7.347.816
Otros incrementos patrimoniales pendientes de imputación a resultados	175.225	26.328
PASIVO CORRIENTE	1.329.703	997.802
Deudas a corto plazo	69.212	249.359
Otras deudas	69.212	249.359
Acreedores y otras cuentas a pagar	1.260.491	748.443
Acreedores por operaciones de gestión	89.675	92.416
Otras cuentas a pagar	745.146	215.860
Administraciones públicas	425.669	440.167
Ajustes por periodificación		0
TOTAL PATRIMONIO NETO Y PASIVO	89.484.232	89.107.872

3. INFORMES TÉCNICOS

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA		
CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
ADIF-Alta Velocidad	Encargo al Cedex del serv.de valoración téc. de los criterios de algunos aspectos del diseño estructural de dieciséis viaductos del proyecto de constr. de plataforma del corredor mediterráneo de alta velocidad Murcia-Almería. Tramo Níjar-río Andarax	Informe sobre las discrepancias de criterios de diseño estructural en el proyecto de dieciséis viaductos del tramo Níjar - río Andarax de la línea alta velocidad del Corredor del Mediterráneo.
Autoridad Portuaria de Baleares	Encargo al Cedex para la realización de una valoración global de los informes realizados para el estudio del estado de corrosión del dique Botafoc, en el puerto de Ibiza. (P.O. 52.21)	Valoración global de los informes realizados para el estudio del estado de corrosión del dique de Botafoc, en el puerto de Ibiza.
	Encargo Puertos del Estado y A.P. de Baleares al CEDEX 2020-2022. Estudio de la evolución de la playa apoyada en el cierre de la explanada NW del Puerto de Alcudia, y planteamiento y análisis de alternativas de actuación sobre la misma.	Estudio de la evolución de la playa apoyada en el cierre de la explanada NW del Puerto de Alcudia, y planteamiento y análisis de alternativas de actuación sobre la misma.
	Encargo Puertos del Estado y A.P. de Baleares al CEDEX 2020-2022. Estudio de impacto paisajístico de la futura configuración y reordenación del Puerto de Palma.	Estudio de impacto paisajístico de la futura configuración y reordenación del Puerto de Palma.
	Encargo Puertos del Estado y A.P. de Baleares al CEDEX 2020-2022. Estudios de simulación de maniobra de buques para la optimización de las condiciones límite de acceso y atraque de grandes buques (Cruceros) en el Puerto de Eivissa..	Estudios de simulación de maniobra de buques para la optimización de las condiciones límite de acceso y atraque de grandes buques (Cruceros) en el Puerto de Eivissa. Nota técnica previa al informe. Análisis de los estudios previos realizados y de la información facilitada por la APB

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
Puertos del Estado y Autoridad Portuaria de Avilés	Encargo Puertos del Estado y A.P. de Avilés al CEDEX 2020. Estudio de alternativas de gestión sostenible del material dragado para el Puerto de Avilés y elaboración de un plan de acción.	Análisis de la dinámica sedimentaria en el entorno de la desembocadura de la Ría de Avilés. Resultados de las simulaciones numéricas.
		Estudio de alternativas de gestión sostenible del material dragado para el Puerto de Avilés y elaboración de un plan de acción. Informe específico. Evaluación de la idoneidad de los materiales a dragar en la zona de Barra y canal de entrada del Puerto de Avilés para su posible aportación a la Playa de Salinas y exploración de posibles influencias geoquímicas del entorno geológico.
Puertos del Estado y Autoridad Portuaria de Avilés	Encargo Puertos del Estado y A.P. de Avilés al CEDEX 2020. Estudio de alternativas de gestión sostenible del material dragado para el Puerto de Avilés y elaboración de un plan de acción.	Estudio de alternativas de gestión sostenible del material dragado para el Puerto de Avilés y elaboración de un plan de acción. Informe específico. Análisis de la dinámica sedimentaria en el entorno de la desembocadura de la Ría de Avilés y trabajos de campo. Resultados de los trabajos de campo.
		Estudio de alternativas de gestión sostenible del material dragado para el Puerto de Avilés y elaboración de un plan de acción. Informe específico. Caracterización de los sedimentos de la zona de la bocana del Puerto de Avilés, comprendidos entre el canal de navegación y el dique de San Juan de Nieva.
		Estudio de alternativas de gestión sostenible del material dragado para el Puerto de Avilés y elaboración de un plan de acción. Caracterización simplificada de los materiales a dragar en el canal de entrada y zona de Barra del Puerto de Avilés.
Puertos del Estado y Autoridad Portuaria de Ceuta	Encargo Puertos del Estado y A.P. de Ceuta al CEDEX 2020.	Estudio de clima, agitación y ondas largas en la nueva dársena de embarcaciones menores del Puerto de Ceuta. Tomo I. Estudio de clima y agitación.
		Estudio de clima, agitación y ondas largas en la nueva dársena de embarcaciones menores del Puerto de Ceuta. Tomo II. Estudio numérico de ondas largas.
Puertos del Estado y A.P. Cartagena	Encargo Puerto del Estado y A.P. Cartagena al CEDEX 2018.	Estudios de agitación y simulación de maniobra de buques en la ampliación de la Dársena de Escombreras. Tomo II Maniobra de buques.

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
Puertos del Estado y Autoridad Portuaria de Ferrol-San Cibrao	Estudios de agitación y simulación de maniobra de buques en la ampliación de la Dársena de Escombreras.	Estudio de clima, propagación de oleaje y operaciones y permanencia en el nuevo fondeadero del Puerto de Interés General de San Cibrao.
Puertos del Estado y Autoridad Portuaria de Bilbao	Encargo Puertos del Estado y Autoridad Portuaria de Bilbao al CEDEX. Análisis de fenómenos hidrodinámicos desfavorables en el Puerto de Bilbao	Análisis de fenómenos hidrodinámicos desfavorables en el Puerto de Bilbao. Parte II. Estudio de concentración del oleaje entre Punta Ceballos y la zona de influencia del atraque BBG. Modelización numérica de detalle de la situación previa a las obras actuales y con las obras realizadas
Puertos del Estado	Encargo Puertos del Estado a CEDEX 2020-2022. Inventario de dragados en los puertos españoles de titularidad estatal.	Inventario de dragados en los puertos españoles de titularidad estatal. Actualización 2019. Informe específico.
	Encargo Puertos del Estado a CEDEX 2020-2022. Estudio para la identificación de áreas costeras en entornos portuarios afectadas por anomalías geoquímicas, en relación con la gestión de los materiales dragados portuarios.	Realización de trabajos de asistencia técnica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico en materias de interés para el sistema portuario de titularidad estatal. Periodo 2020-2022. Informe específico. Estudio para la identificación de áreas costeras en entornos portuarios afectadas por anomalías geoquímicas, en relación con la gestión de los materiales dragados portuarios. Fase 1.
	Encargo Puertos del Estado a CEDEX 2020-2022. Contraste, con ensayos en modelos físicos, de los criterios de operatividad ROM y PIANC. Aplicación a la Dársena de África del Puerto de Las Palmas.	Buques atracados I. Contraste, con ensayos en modelos físicos, de los criterios de operatividad ROM y PIANC. Aplicación a la Dársena de África del Puerto de Las Palmas. Fase I. Ensayos del buque atracado en la Dársena de África del Puerto de Las Palmas. Tomo I: Ensayos de agitación
	A.1. Asistencia técnica permanente en materia geotécnica	Puerto exterior de Huelva. Prolongación norte del muelle sur mediante tablestacas, valoración de la carga de hundimiento de la tablestaca trasera. Informe Parcial N.2
		Puerto exterior de Huelva. Prolongación norte del muelle sur mediante tablestacas. Instrumentación en tablestacas y tirantes. Informe Parcial N.3
Puerto de Avilés. Propuesta de campaña de reconocimientos e indicaciones de carácter geotécnico para la redacción del proyecto de adecuación del muelle de Raíces. Informe Parcial N.1		
Puerto de Cartagena. Proyecto del edificio del puesto de control fronterizo. Comentarios a la tipología cimentación. Informe Parcial N.º 5		

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
Puertos del Estado	A.1. Asistencia técnica permanente en materia geotécnica	Puerto de Pasajes (Pasaia). Comentarios a la precarga propuesta en los terrenos de la central térmica desmantelada.
	A.1. Asistencia técnica permanente en materia geotécnica	Ensayos sísmicos en los sondeos perforados en las pantallas de hormigón en el muelle sur del puerto de Huelva.
		Puerto de Cartagena. Proyecto del nuevo edificio administrativo para la Autoridad Portuaria de Cartagena. Comentarios a la tipología de cimentación.
		Puerto exterior de Huelva. Prolongación norte del muelle sur mediante tablestacas. Trabajos de caracterización geotécnica e interpretación, compilación desde el inicio de obra.
	A.1. Asistencia técnica permanente en materia geotécnica	Puerto de Barcelona. Comentarios a propósito de la nueva lonja.
		Puerto de Cartagena. Instrumentación para una precarga en la terminal polivalente.
B.1.3. Nuevas tecnologías de instrumentación y de toma y procesado de información geotécnica	Métodos de predicción alternativos para tratamientos de suelos mediante precarga.	
CIAIM- Comisión Permanente de Investigación de accidentes e Incidentes Marítimos	Acuerdo Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM) -CEDEX 2020. Estudio de condiciones de clima marítimo en el transcurso de accidentes de buques. Simulación de la maniobra del buque MSC MIA.	Estudio de condiciones de clima marítimo en el transcurso de accidentes de buques. Simulación de la maniobra del buque MSC MIA.
	Acuerdo Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM) -CEDEX 2020. Estudio de condiciones de clima marítimo en el transcurso de accidentes de buques. Buque Pesquero Sempregüeto.	Estudio de condiciones de clima marítimo en el transcurso de accidentes de buques. Informe parcial. . Buque: Pesquero Sempregüeto

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
Dirección General de la Marina Mercante	Encargo de la Dirección General de la Marina Mercante (DGMM) al CEDEX para la Asistencia Técnica, Investigación y Desarrollo tecnológico en materias de la competencia de la Dirección General de la Marina Mercante, para el periodo 2021-2023. Transporte marítimo de cargas sólidas a granel.	Transporte marítimo de cargas sólidas a granel. Informe específico. Evaluación de la documentación en relación al transporte marítimo a granel de la carga "Organic Fertilizer".
		Transporte marítimo de cargas sólidas a granel. Informe específico. Evaluación de la documentación en relación al transporte marítimo a granel de la carga "Fosfato Bicálcico".
Dirección General de la Marina Mercante	Encargo de la Dirección General de la Marina Mercante (DGMM) al CEDEX para la Asistencia Técnica, Investigación y Desarrollo tecnológico en materias de la competencia de la Dirección General de la Marina Mercante, para el periodo 2021-2023. Estudio de productos aplicables en la lucha contra la contaminación de hidrocarburos.	Estudio de productos aplicables en la lucha contra la contaminación de hidrocarburos. Informe específico. Revisión de documentación en relación con la homologación de los productos absorbentes "Inteco Astur" para su uso en el mar.
		Estudio de productos aplicables en la lucha contra la contaminación de hidrocarburos. Informe específico. Revisión de documentación en relación con la homologación del producto rompedor de emulsiones "OILFLUX BTI-BIO" para su uso en el mar.
		Estudio de productos aplicables en la lucha contra la contaminación de hidrocarburos. Informe específico. Revisión de documentación en relación con la homologación de los productos absorbentes "OILKONTROL" para su uso en el mar.
Dirección General de Carreteras. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	2. Comprobación del indicador Resistencia al deslizamiento, medido con equipo SCRIM	Comprobación de los valores del CRTS aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A4: Tramo 3, medición septiembre 2020, marzo 2021 y junio 2021. Tramo 1, medición septiembre 2020, marzo 2021 y junio 2021. (6 Informes)
		Comprobación de los valores del CRTS aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A2: Tramo 1. Medición marzo 2021, Junio 2021 y septiembre 2021. Tramo 2. Medición Marzo 2021, Junio 2021 y septiembre..Tramo 3. Medición septiembre 2020, Marzo 2021, Junio 2021 y septiembre 2021. Tramo 4. Medición Marzo 2021, Junio 2021 y septiembre 2021. (13 Informes)
		Comprobación de los datos aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A3 Tramo 2. Medición marzo 2021 y junio 2021. (2 Informes)

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
Dirección General de Carreteras. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	2. Comprobación del indicador Resistencia al deslizamiento, medido con equipo SCRIM	Comprobación de los valores del CRTS aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A66 Tramo 1. Medición marzo, junio y septiembre 2021. (3 Informes)
		Comprobación de los valores del CRTS aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A1 Tramo 2. Medición Marzo 2021 y Junio 2021. (2 Informes)
		Comprobación de los valores del CRTS aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A31: Tramo 1. Medición Marzo 2021, Junio 2021 y Septiembre 2021. Tramo 2. Medición Junio 2021 y Septiembre 2021. (5 Informes)
		Comprobación de los valores del CRTS aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A3 Tramo 2. Medición Septiembre 2021.
	3. Comprobación del indicador 'Regularidad superficial longitudinal (IRI)', medido con equipo perfilómetro láser	Comprobación de los valores del IRI aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A1 Tramo 2. Medición Octubre 2020.
		Comprobación de los valores del IRI aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A2: Tramo 1. Medición marzo 2021; Tramo 2. Medición mayo 2021; Tramo 3. Medición septiembre 2020. (3 Informes).
		Comprobación de los valores del IRI aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A4 Tramo3. Consideraciones sobre las discrepancias encontrada en la medición agosto 2020, Tramo 1. Medición junio 2021, Tramo 3. Medición agosto 2021. (2 Informes)
		Comprobación de los valores del IRI aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A3 Tramo 2. Medición febrero 2021.
		Comprobación de los valores del IRI aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A2 Tramo 2. Medición Mayo 2021.

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
Dirección General de Carreteras. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	3. Comprobación del indicador 'Regularidad superficial longitudinal (IRI)', medido con equipo perfilómetro láser	Comprobación de los valores del IRI aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A31 Tramo 1. Medición Junio 2021 y Tramo 2. Medición Mayo 2021. (2 Informes)
		Comprobación de los valores del IRI aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A66 Tramo 1. Medición Mayo 2021.
	4. Comprobación del indicador 'Capacidad estructural (firmes flexibles, semiflexibles y semirrígidos)', medido con los equipos deflectómetro de impacto y curviómetro	Comprobación de los valores de deflexiones aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión autovía A4 tramo 1. Medición septiembre 2020 y Tramo 3. Medición Octubre 2020. (2 Informes)
		Comprobación de los valores de deflexiones aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión autovía A4 Tramo 3. Medición Octubre 2020.
		Comprobación de los valores de deflexiones aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión autovía 2 Tramo 1. Medición Noviembre 2020 y Tramo 4. Medición Marzo 2021. (2 Informes)
		Comprobación de los valores de deflexiones aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión autovía 2 Tramo 4. Medición Marzo 2021.
		Comprobación de los valores de deflexiones aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión autovía A66 Tramo 1. Medición Abril 2021.
		Comprobación de los valores de deflexiones aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión autovía A2 Tramo 4. Medición Marzo 2021. Respuestas a las alegaciones presentadas por la sociedad concesionaria.
	7. Comprobación de indicadores relacionados con deterioros del firme	Comprobación de los valores de fisuración y otros deterioros superficiales (Firmes flexibles, semiflexibles y semirrígidos) aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A31 Tramo 1. Medición octubre 2020 y Medición Abril de 2021, Tramo 2. Medición en Octubre de 2020 y en Abril de 2021. (4 Informes)
		Comprobación de los valores de fisuración y otros deterioros superficiales (Firmes flexibles, semiflexibles y semirrígidos) aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A3 Tramo 2. Medición Octubre 2020, Medición Abril 2021 y Medición Octubre 2021 .

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA		
CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
Dirección General de Carreteras. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	7. Comprobación de indicadores relacionados con deterioros del firme	Comprobación de los valores de fisuración y otros deterioros superficiales (Firmes flexibles, semiflexibles y semirrígidos) aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A66 Tramo 1. Medición Noviembre 2020 Medición Noviembre 2021. (2 Informes)
		Comprobación de los valores de fisuración y otros deterioros superficiales (Firmes flexibles, semiflexibles y semirrígidos) aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A4 Tramo 1. Medición Octubre 2020 y Mayo de 2021, Tramo3. Medición Diciembre 2020 y Junio 2021. (4 Informes)
		Comprobación de los valores de fisuración y otros deterioros superficiales (Firmes flexibles, semiflexibles y semirrígidos) aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A1 Tramo 2. Medición Noviembre 2020 y Medición Mayo de 2021. (2 Informes)
		Comprobación de los valores de fisuración y otros deterioros superficiales (Firmes flexibles, semiflexibles y semirrígidos) aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A2 Tramo 1. Medición junio de 2021 y diciembre de 2020; Tramo 2. Medición diciembre 2020 y Junio de 2021; Tramo 3. Medición Noviembre 2020; Tramo 4. Medición octubre 2020 y abril de 2021. (7 Informes)
		Comprobación de la idoneidad de los datos del indicador "fisuración en firmes de hormigón" aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A3 tramo 2. Medición Diciembre de 2020.
		Comprobación de los valores de fisuración y otros deterioros superficiales (Firmes flexibles, semiflexibles y semirrígidos) aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A2 Tramo 3. Medición mayo de 2021.
		Comprobación de los valores de fisuración y otros deterioros superficiales (Firmes flexibles, semiflexibles y semirrígidos) aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A66 Tramo 1. Medición mayo de 2021.

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
<p>Dirección General de Carreteras. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana</p>	<p>7. Comprobación de indicadores relacionados con deterioros del firme</p>	<p>Comprobación de los valores de fisuración y otros deterioros superficiales (Firmes flexibles, semiflexibles y semirrígidos) aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A3 Tramo 2. Medición Octubre de 2021.</p> <p>Apoyo en la inspección en la aplicación del indicador de capacidad estructural en determinados tramos de la concesión de la autovía A66. Septiembre de 2020.</p> <p>Ficha 8. Apoyo técnico a la DGC en cuestiones técnicas especializadas relacionadas con la aplicación de indicadores. Tarea 1. Evolución y estado del indicador I24 en los contratos de concesión de autovías.</p> <p>Apoyo a la inspección en la aplicación del indicador de capacidad estructural en determinados tramos de la concesión de la autovía A66. Septiembre de 2020 - Respuesta a las alegaciones presentadas por la sociedad concesionaria.</p>
	<p>5. Comprobación del indicador 'Retroreflexión de marcas viales'</p>	<p>Ficha 5. Comprobación de los valores de retroreflexión de marcas viales aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la Autovía A4 Tramo 3. Medición Noviembre 2020; Concesión de la Autovía A31 Tramo 1. Medición Octubre 2020; Concesión de la Autovía A31 Tramo 2. Medición Octubre 2020; Concesión de la Autovía A1 Tramo 2. Medición Diciembre 2020; Concesión de la Autovía A4 Tramo 1. Medición Noviembre 2020. (5 Informes)</p> <p>Ficha 5. Comprobación del indicador retroreflexión de marcas viales. Comprobación de los valores de retroreflexión de marcas viales aportados por las concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la Autovía A2 Tramo 4. Medición Mayo 2021; Concesión de la Autovía A31 Tramo 1. Medición Mayo 2021; Concesión de la Autovía A31 Tramo 2. Medición Mayo 2021; Concesión de la Autovía A66 Tramo 1. Medición Junio 2021; Concesión de la Autovía A1 Tramo 2. Medición Junio 2021; Concesión de la Autovía A4 Tramo 3. Medición Mayo 2021; Concesión de la Autovía A2 Tramo 1. Medición Julio 2021; Concesión de la Autovía A3 Tramo 2. Medición Julio 2021; Concesión de la Autovía A4 Tramo 1. Medición Junio 2021; Concesión de la Autovía A2 Tramo 3. Medición Julio 2021; Concesión de la Autovía A2 Tramo 2. Medición Julio 2021; Concesión de la Autovía A2 Tramo 3. Medición Octubre 2021; Concesión de la Autovía A3 Tramo 2. Medición Octubre 2021; Concesión de la Autovía A4 Tramo 1. Medición Octubre 2021; Concesión de la Autovía Autovía A2 Tramo 2. Medición Octubre 2021; Concesión de la Autovía A2 Tramo 4. Medición Octubre 2021; Concesión de la Autovía A66 Tramo 1. Medición Octubre 2021; Concesión de la Autovía A31 Tramo 1. Consideraciones sobre la medición Mayo 2021; Concesión de la Autovía A4 Tramo 3. Medición Noviembre 2021; Concesión de la Autovía A31 Tramo 1. Medición Octubre 2021. (20 Informes).</p>

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
Dirección General de Carreteras. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	6. Comprobación del indicador 'Retrorreflexión de señales verticales'	Ficha 6. Comprobación del indicador "retrorreflexión de señales verticales". Comprobación de los valores de retroreflexión de señales verticales aportados por la concesionarias y verificación de los factores aplicables. Concesión de la autovía A2 Tramo 4. Medición Octubre 2020. Concesión de la autovía Aa Tramo 3. Medición Noviembre 2020; Concesión de la autovía A31 Tramo 1. Medición Octubre 2020; Concesión de la autovía A1 Tramo 2. Medición Noviembre 2020; Concesión de la autovía A2 Tramo 1. Medición Noviembre 2020; Concesión de la Autovía 3 Tramo 2. Medición Febrero 2021; Concesión de la Autovía 66 Tramo 1. Medición Abril 2021; Concesión de la Autovía A4 Tramo 3. Med. Consid. sobre las discr. med. Nov. 2020; Concesión de la Autovía A4 Tramo 1. Medición Mayo 2021; Concesión de la Autovía A2 Tramo 3. Medición Julio 2021; Concesión de la Autovía A2 Tramo 2. Medición 2021; Concesión de la Autovía A31 Tramo 1. Medición Octubre 2021; Concesión de la Autovía A31 Tramo 2. Medición Septiembre 2021. (14 Informes)
	Encargo a medio propio personificado por la Dirección Gral. de Carreteras del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana al Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana para la realización de asistencia técnica en materia geotécnica en el ámbito competencial de la Dirección General de Carreteras (2021-2024).	-Informe sobre las Patologías observadas en diferentes PP.KK. de la A-33 en el T.M. La Font de la Figuera (Provincia de Valencia)". -Informe sobre las Patologías observadas en diferentes PP.KK. de la N-432 (Provincia de Córdoba)". -Informe sobre los deterioros en el firme (grietas) en la Autovía A-45 de Córdoba a Málaga entre los PP.KK. 0+000 Y 16+950. '- Informe de seguimiento de la auscultación sobre las deformaciones detectecdas en varios terraplenen de la Autovía A7 entre los PP.KK. 445 y 448, en la variante de Alcoy (Alicante). '- Informe sobre las Patologías E134 Detectadas en la SE-30 en septiembre de 2021 en torno al P.K. 2+500 margen derecha. (5 Informes)

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
Dirección General de la Costa y el Mar	Encomienda de Servicio Técnico para la "Investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación en materias competencia de la Dirección General (2017-2020). Estudios Ambientales. Campañas de Seguimiento Ambiental.	Estudios para actuaciones en la costa y en el mar. Estudios ambientales. Informe específico. Identificación de zonas afectadas por anomalías geoquímicas en el litoral español en relación con la aceptabilidad de los materiales para aporte a playas. Fase 1. (E.S.T 2017-2021/98).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Apoyo en la implementación de Directivas. Apoyo técnico en la revisión e implementación de los planes de cuenca.	Apoyo en la implantación de directivas. Apoyo técnico en la revisión e implementación de los planes de cuenca. Informe específico. Análisis de documentos en tercer ciclo de planificación hidrológica en relación con las estrategias marinas (E.S.T 2017-2021/125).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Convenio para la protección del medio marino del noreste Atlántico (Convenio OSPAR).	Colaboración en Convenios Internacionales. Informe específico. Informe sobre la gestión del material dragado en el ámbito del Convenio OSPAR. Anualidad 2020 (E.S.T 2017-2021/116).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021.. Colaboración en Convenios Internacionales.	Colaboración en Convenios Internacionales. Informe específico. Informe de vertidos al mar de material dragado para el Convenio de Londres. Anualidad 2019 (E.S.T 2017-2021/117).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Seguimiento morfodinámico de Playas. Playa de Laredo.	Medidas en la naturaleza. Informe específico. Seguimiento morfodinámico de playas. Levantamiento topo-batimétrico de la playa de la Playa de Laredo y levantamiento topográfico de la Playa del Sardinero. (Fase 2020). (E.S.T. 2017-2021/112).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Estudio de Ingeniería de Costas. Playa de Cubelles.	Estudio de ingeniería de costas. Nota técnica. Análisis de la posibilidad de rellenado de una celda de la Playa de Cubelles (Barcelona). (E.S.T. 2017-2021/106).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Seguimiento morfodinámico de Playas. Levantamiento topo-batimétrico entre los Puertos Deportivos de Arenys de Mar y Balís.	Medidas en la naturaleza. Informe específico. Seguimiento morfodinámico de playas. Levantamiento topo-batimétrico entre los Puertos Deportivos de Arenys de Mar y Balís. (E.S.T. 2017-2021/114).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Apoyo en la implementación de Directivas. Diseño y elaboración de un sistema de información del medio marino. Diseño de la base de datos y de la aplicación web.	Apoyo en la implantación de directivas. Informe específico. INFOMAR-FASE I. (E.S.T 2017-2021/118).

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
Dirección General de la Costa y el Mar	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Diseño y elaboración de un sistema de información del medio marino. Actualización de la aplicación Ribera.	Diseño y elaboración de un sistema de información del medio marino. Informe específico. Actualización de la Aplicación Ribera.
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Apoyo técnico en las estrategias marinas.	Apoyo técnico en las estrategias marinas. Informe específico. Programa de seguimiento de micropartículas en playas (BM-6)-2021. (E.S.T. 2017-2021/133).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Apoyo técnico en las estrategias marinas. Aporte desde ríos.	Apoyo técnico en las estrategias marinas. Procedimientos para la estimación del aporte de microplásticos que llegan al mar a través de los ríos (E.S.T. 2017-2021/128).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Estudios para actuaciones en la costa y en el mar. Estudios Ambientales.	Estudios ambientales. Informe específico. Análisis de interacción entre actividades humanas: extracción de arenas en yacimientos submarinos del frente costero de Barcelona y Gerona y su posible interacción con la actividad pesquera. (E.S.T. 2017-2021/126).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Colaboración en Convenios Internacionales. Preparación y Seguimiento de Grupos de Trabajo o Comités.	Colaboración en convenios internacionales. Informe específico. Asistencia en temas de los Convenios OSPAR y Barcelona. Anualidad 2021-1º semestre (E.S.T. 2017-2021/115)
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Estudio de Ingeniería de Costas. Playas de Barcelona.	Estudio de ingeniería de costas. Nota técnica. Análisis de las actuaciones a emprender en las playas de Barcelona (E.S.T. 2017-2021/111).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Seguimiento morfodinámico de Playas. Playa de Laredo y Playa del Sardinero.	Medidas en la naturaleza. Informe específico. Seguimiento morfodinámico de playas. Levantamiento topo-batimétrico de la playa de la Playa de Laredo y levantamiento topográfico de la Playa del Sardinero. (Fase 2021). (E.S.T. 2017-2021/120).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Seguimiento morfodinámico de Playas. Playa Santa Cristina y tramo final de la Ría del Burgo.	Medidas en la naturaleza. Informe específico. Seguimiento morfodinámico de playas. Levantamiento topo-batimétrico de la Playa Santa Cristina y tramo final de la Ría del Burgo. (E.S.T. 2017-2021/121).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Estudio de Ingeniería de Costas. Ensayo de campos de espigones cortos en modelo físico 3D de fondo móvil en el tanque de oleaje multidireccional.	Estudio de ingeniería de costas. Informe específico. Ensayo de campos de espigones cortos en modelo físico 3D de fondo móvil en el tanque de oleaje multidireccional. (E.S.T. 2017-2020/123).

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
Dirección General de la Costa y el Mar	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Apoyo técnico en la regulación de actividades humanas con incidencia en el medio marino. Directrices de aportación de arenas a playas.	Apoyo técnico en la regulación de actividades humanas con incidencia en el medio marino. Directrices de aportación de arenas a playas. Informe específico. Propuesta de directrices sobre la aceptabilidad de áridos para aporte a playas (E.S.T. 2017-2021/127).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Colaboración en Convenios Internacionales. Preparación y Seguimiento de Grupos de Trabajo o Comités.	Colaboración en convenios internacionales. Informe específico. Actividades relacionadas con el seguimiento y evaluación de las basuras marinas. Anualidad 2020-2º semestre (E.S.T. 2017-2021/107)
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Apoyo a la implantación de la Directiva de Planificación Espacial Marítima.	Apoyo a la implantación de la Directiva de Planificación Espacial Marítima. Apoyo en el proceso de consulta y participación pública de los Planes de Ordenación del Espacio Marítimo (E.S.T. 2017-2021/119).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Seguimiento morfodinámico de Playas. Playa de Salinas..	Medidas en la naturaleza. Informe específico. Seguimiento morfodinámico de playas. Levantamiento topo-batimétrico de la Playa de Salinas. (E.S.T. 2017-2021/113).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Estudio de Ingeniería de Costas. Ensayos en modelo físico 2D de gran escala con fondo móvil de las operaciones con reperfilado de playas para la protección del territorio frente a temporales de oleaje.	Estudio de ingeniería de costas. Informe específico. Ensayos en modelo físico 2D de gran escala con fondo móvil de las operaciones con reperfilado de playas para la protección del territorio frente a temporales de oleaje - Fase 2. (E.S.T. 2017-2020/124).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Apoyo técnico en las estrategias marinas.	Apoyo técnico en las estrategias marinas. Informe específico. Evaluación del ruido submarino asociado a la navegación en las demarcaciones marinas Noratlántica y Sudatlántica. (E.S.T. 2017-2021/130).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Apoyo técnico en las estrategias marinas.	Apoyo técnico en las estrategias marinas. Informe específico. Evaluación del ruido submarino asociado a la navegación en las demarcaciones marinas Levantino-Balear, Estrecho y Alborán y Canaria. (E.S.T. 2017-2021/132).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Estudio de Ingeniería de Costas. Estudios de dinámica litoral, defensa y propuestas de mejora en playas con problemas erosivos.	Estudio de ingeniería de costas. Informe específico. Informe de síntesis de informes y notas técnicas. "Estudios de dinámica litoral, defensa y propuestas de mejora en playas con problemas erosivos" (E.S.T. 2017-2021/134).

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
Dirección General de la Costa y el Mar	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Seguimiento remoto de la zona litoral	Estudios teóricos/experimentales para planificación de actuaciones. Informe específico. Técnicas remotas de medida y monitorización de zonas costeras. Aplicaciones a la gestión de la costa (E.S.T. 2017-2021/135).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Planes de Gestión de Zonas Especiales de Conservación (ZEC) de gestión estatal. Elaboración de la documentación de usos y actividades.	Apoyo en la elaboración de los planes de gestión de ZEC Marinas de gestión estatal. Elaboración de la documentación de usos y actividades de 9 LIC Marinos de gestión estatal. (E.S.T. 2017-2021/129).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Apoyo en la implementación de Directivas. Apoyo en la elaboración de los planes de gestión de ZEC marinas de gestión estatal. Propuesta de regulación de usos y actividades.	Apoyo en la elaboración de los planes de gestión de ZEC Marinas de gestión estatal. Informe específico. Análisis de Tráfico Marítimo en el Corredor de Migración de Cetáceos del Mediterráneo en relación con colisiones entre barcos y cetáceos. (E.S.T. 2017-2021/136)
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Colaboración en Convenios Internacionales. Preparación y Seguimiento de Grupos de Trabajo o Comités.	Colaboración en convenios internacionales. Informe específico. Asistencia en temas de los Convenios OSPAR y Barcelona. Anualidad 2021-2º semestre (E.S.T. 2017-2021/122)
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Apoyo técnico en las estrategias marinas.	Apoyo técnico en las estrategias marinas. Informe específico. Programa de seguimiento de micropartículas en playas (BM-6)-2020. (E.S.T. 2017-2020/68).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Estudio de Ingeniería de Costas. Plan de protección del Delta del Ebro.	Estudio de ingeniería de costas. Nota técnica. Informe sobre las alegaciones al "Plan para la protección del Delta del Ebro" (E.S.T. 2017-2021/109).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Estudio de Ingeniería de Costas. Plan de protección del Delta del Ebro..	Estudio de ingeniería de costas. Informe específico. Plan para la protección del Delta del Ebro (E.S.T. 2017-2020/110).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Estudios para actuaciones en la costa y en el mar. Estudios Ambientales.	Estudios ambientales. Informe específico. Actualización de los programas de seguimiento de actividades humanas y presiones para el segundo ciclo de estrategias marinas (E.S.T. 2017-2021/108).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Apoyo en la implementación de Directivas. Apoyo Técnico en la revisión e implementación de los planes de cuenca. Participación en el ejercicio de intercalibración europeo y su adaptación a los sistemas nacionales.	Apoyo a la implantación de directivas. Informe específico. Unificación del proceso de notificación de datos marinos y costeros: WISE SoE, RID y Programas de Seguimiento de Estrategias Marinas (E.S.T. 2017-2021/97).

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
Dirección General de la Costa y el Mar	Apoyo a la implantación de la Directiva de Planificación Espacial Marítima. Demarcación Marina Canaria	Apoyo a la implantación de la Directiva de Planificación Espacial Marítima. Propuesta de planes de ordenación. Bloque III. Informe específico. Diagnóstico de sectores, usos y actividades en la Demarcación Marina Canaria. Situación actual, previsiones e interacciones (E.S.T. 2017-2021/103).
	Apoyo a la implantación de la Directiva de Planificación Espacial Marítima. Demarcación Marina del Estrecho y Alborán.	Apoyo a la implantación de la Directiva de Planificación Espacial Marítima. Propuesta de planes de ordenación. Bloque III. Informe específico. Diagnóstico de sectores, usos y actividades en la Demarcación Marina del Estrecho y Alborán. Situación actual, previsiones e interacciones (E.S.T. 2017-2021/101).
	Apoyo a la implantación de la Directiva de Planificación Espacial Marítima. Demarcación Marina Levantino-Balear..	Apoyo a la implantación de la Directiva de Planificación Espacial Marítima. Propuesta de planes de ordenación. Bloque III. Informe específico. Diagnóstico de sectores, usos y actividades en la Demarcación Marina Levantino-Balear. Situación actual, previsiones e interacciones (E.S.T. 2017-2021/102).
	Apoyo a la implantación de la Directiva de Planificación Espacial Marítima. Demarcación Marina Noratlántica.	Apoyo a la implantación de la Directiva de Planificación Espacial Marítima. Propuesta de planes de ordenación. Bloque III. Informe específico. Diagnóstico de sectores, usos y actividades en la Demarcación Marina Noratlántica. Situación actual, previsiones e interacciones (E.S.T. 2017-2021/99).
	Apoyo a la implantación de la Directiva de Planificación Espacial Marítima. Demarcación Marina Sudatlántica.	Apoyo a la implantación de la Directiva de Planificación Espacial Marítima. Propuesta de planes de ordenación. Bloque III. Informe específico. Diagnóstico de sectores, usos y actividades en la Demarcación Marina Sudatlántica. Situación actual, previsiones e interacciones (E.S.T. 2017-2021/100).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Estudio de Ingeniería de Costas. Plan de protección del Borde Litoral del Mar Menor.	Estudio de ingeniería de costas. Informe específico. Informe sobre las alegaciones al “Plan para la protección del borde litoral del Mar Menor (Murcia)” (E.S.T. 2017-2021/96).
		Estudio de ingeniería de costas. Informe específico. Plan para la protección del borde litoral del Mar Menor (Murcia)” (E.S.T. 2017-2021/104).

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
Dirección General de la Costa y el Mar	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Estudios relativos a Convenios Internacionales. Elaboración de Estudios Regionales.	Estudios relativos a Convenios Internacionales. Informe específico. Informe del programa Riverine Inputs and Direct Discharges (RID) al Convenio OSPAR-2019 (E.S.T. 2017-2021/105).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Seguimiento morfodinámico de Playas. Playa Costa Ballena.	Medidas en la naturaleza. Informe específico. Seguimiento morfodinámico de playas. Levantamiento topo-batimétrico de Costa Ballena (E.S.T. 2017-2020/82).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Seguimiento morfodinámico de Playas. Varias playas en la provincia de Huelva.	Medidas en la naturaleza. Informe específico. Seguimiento morfodinámico de playas. Levantamiento topo-batimétrico en varias playas de la provincia de Huelva (E.S.T. 2017-2020/83).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Colaboración en Convenios Internacionales. Preparación y Seguimiento de Grupos de Trabajo o Comités.	Colaboración en convenios internacionales. Informe específico. Actividades relacionadas con el seguimiento y evaluación de las basuras marinas. Anualidad 2020-1º semestre. (E.S.T. 2017-2020/88).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Estudio de Ingeniería de Costas. Plan de protección del Delta del Ebro.	Estudios de ingeniería de costas. Informe específico. Plan para la protección del Delta del Ebro (E.S.T. 2017-2020/95).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Estudio de Ingeniería de Costas. Playa de Ocala, Masnou (Barcelona)..	Estudios de ingeniería de costas. Informe específico. Nota técnica. Consecuencias de la no ejecución de actuaciones propuestas en la "Estrategia de actuación en el Maresme" en la Playa de Ocata del T.M. de Masnou (Barcelona). (E.S.T. 2017-2020/94).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Estudio de Ingeniería de Costas. Efecto de la borrasca Filomena en el borde costero del Delta del Ebro.	Estudios de ingeniería de costas. Informe específico. Nota técnica sobre el efecto de la Borrasca Filomena en el borde costero del Delta del Ebro (Tarragona). (E.S.T. 2017-2020/93).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Estudio de Ingeniería de Costas. Ensayos en modelo físico sobre rebases en Playa del Sardinero (Santander).	Estudio de ingeniería de costas. Informe específico. Ensayos en modelo físico para el estudio de rebases en la segunda Playa del Sardinero (T.M. Santander). (E.S.T. 2017-2020/87).
	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Estudio de Ingeniería de Costas. Frente litoral de la Ensenada de la Albufereta (Alicante).	Estudio de ingeniería de costas. Informe específico. Ordenación del frente litoral de la ensenada de la Albufereta: Tramo de costa entre Alicante y la Albufereta (Alicante) . (E.S.T. 2017-2020/91).

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
Dirección General de la Costa y el Mar	Encomienda de Servicio Técnico de DGCM a CEDEX 2017-2021. Estudio de Ingeniería de Costas. Efecto del Hotel Riu en el campo de Dunas de Corralejo (Fuerteventura).	Estudios de ingeniería de costas. Informe específico. Nota técnica sobre el efecto del Hotel Riu en el campo de Dunas de Corralejo (Fuerteventura, Islas Canarias).
	3.3.1. Estudios geológicos-geotécnicos	Informe sobre los desprendimientos de la zona de aparcamiento de la urbanización Interlimen en Hondarribia (Guipúzcoa).
		Informe de revisión de la documentación presentada por Euskadi Trenbide Sarea al servicio provincial de costas de Guipúzcoa en relación con la reanudación de las obras del metro de Donostia en el tramo de metro Miraconcha Easo.
		Revisión de las aclaraciones presentadas por Euskal Trenbide Sarea el 14.09.2021 al informe del Cedex (Clave CEDEX: 82-418-5-001) en relación a los trabajos para identificar y consolidar las estratificaciones microkarstificadas del entorno del túnel de línea del tramo Miraconcha-Easo en terrenos de
Confederación Hidrográfica del Guadalquivir	Realización de estudio en modelo reducido hidráulico en lecho móvil de las reincorporaciones al cauce de los órganos de desagüe de la presa de Zufre, T.M. Zufre (Huelva)	Estudio en modelo reducido hidráulico en lecho móvil de las reincorporaciones al cauce de los órganos de desagüe de la presa de Zufre (Huelva). Estudio del aliviadero (Tomo I).
	Encargo par la realización de estudio de la influencia de la presa de Marmolejo en la sedimentación del embalse y sobre la inundabilidad de Andújar (Jaén)	Estudio de la influencia de la presa de Marmolejo en la sedimentación del embalse y sobre la inundabilidad de Andújar (Jaén). Informe Parcial I.
Secretaría de Estado de Medio Ambiente Dirección General del Agua	Trabajos del Centro de Estudios Hidrográficos para Dirección General del Agua sin encomienda de gestión específica	Impacto del cambio climático en las precipitaciones máximas en España
		Impacto del Cambio Climático en la recarga de las Masas de Agua Subterránea en España. Nota, 9 mar 2021
		Programa de investigación y desarrollo en recursos e infraestructuras hidráulicas. Memoria de actividades 2020
		Informe de situación Trasvase Tajo-Segura. Enero 2021; Febrero 2021; Marzo 2021; Abril 2021; Mayo 2021; Junio 2021; Julio 2021; Agosto 2021; Septiembre 2021; Octubre2021; Noviembre 2021; Diciembre 2021; (12 Informes).

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
Secretaría de Estado Medio Ambiente Dirección General del Agua	Trabajos del Centro de Estudios Hidrográficos para Dirección General del Agua sin encomienda de gestión específica	Encargo de la Dirección General del Agua al CEDEX para la realización de asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico en materia de hidráulica continental (2020-2023). Nota Técnica. Informe de avance nº 1. Febrero 2021
	2.5 I.7. Elaboración de recomendaciones, guías metodológicas y estudios básicos necesarios para la redacción de los planes hidrológicos de cuenca, en particular la determinación de los caudales ecológicos	Análisis de los regímenes de caudales ecológicos establecidos en los planes hidrológicos de cuenca 2º Ciclo (2015-2021).
	3.6 II.10. Apoyo técnico especializado a la dirección de obra en materias específicas como estructuras, geotecnia, hidrología e hidráulica, etc. (ASESORAMIENTO TÉCNICO EN GEOLOGÍA Y GEOTECNIA EN INSPECCIONES DE SEGURIDAD DE PRESAS POR LA DGA)	Síntesis y valoración de la documentación geotécnica existente de las presas de Nogalte y Béjar (Región de Murcia)
		Ensayo de permeabilidad in-situ en la presa de Alcorlo (Guadalajara).
		Nota Técnica. Propuesta de campaña de auscultación para la ladera izquierda de la cerrada de la presa de Arenós.
Mancomunidad de los Canales del Taibilla	Encargo para el seguimiento de las geomembranas utilizadas en la impermeabilización de balsas (período 2019-2023)	Seguimiento de las geomembranas utilizadas en la impermeabilización de balsas. Informe segundo.
Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico	Encargo entre la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas O.A. y M.P. (CEDEX). Expediente N°: 20CAES001	Asistencia técnica a la aplicación de la legislación en materia de ruido ambiental y a la adaptación, mantenimiento y actualización del Sistema Básico de Información sobre Contaminación Acústica (2021-2023)
Oficina Española de Cambio Climático	Encargo de la OECC al CEDEX para recibir asistencia en el seguimiento y evaluación de los trabajos ejecutados por las CCAA en el marco del plan PIMA ADAPTA COSTAS CCAA 2017.	Realización de los trabajos en relación con el plan de impulso al medio ambiente para la adaptación al cambio climático en España. (Plan PIMA ADAPTA). Informe específico. Anualidad 2021. Tareas 1.1, 1.2 y 1.3.

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
ACUAMED	Encomienda de Gestión para el Encargo de ACUAMED a CEDEX I para a ejecución del servicio de ingeniería para la asistencia técnica sobre el control y mejora ambiental de los vertidos al mar de las instalaciones que gestiona	Análisis de resultados del programa de vigilancia ambiental del vertido al mar de la desaladora de Torreveja correspondiente al periodo 2015-2018 y propuesta de adecuación de dicho programa. Informe específico.
		Estudio de prediluciones para la dispersión del vertido de salmuera al mar de la IDAM de Carboneras (Almería). Informe específico.

RESTO ADMINISTRACIÓN

CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)	Programa de vigilancia radiológica ambiental en el medio acuático (red de estaciones de muestreo red espaciada). Actuación 2020 SRA/521/2019/227.06	Programa de vigilancia radiológica ambiental en el medio acuático (Red de estaciones de muestreo: Red espaciada). Año 2020.
	Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental en el Medio Acuático (Red de Estaciones de Muestreo Red Densa). Actuación 2020.	Asistencia técnica al Consejo de Seguridad Nuclear en los programas de vigilancia radiológica del medio acuático (Red Densa). Año 2020.
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid	Análisis de tritio por concentración electrolítica en 4 muestras de agua subterránea.	Realización de análisis de tritio por concentración electrolítica en 4 muestras de agua subterránea.
Juzgado de Primera Instancia e Instrucción nº 1 de Durango	Informe pericial sobre las causas del derrumbamiento del vertedero de Zaldívar.	Análisis de la documentación relativa al deslizamiento del vertedero de Zaldívar.
TRAGSATEC Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A.	Oferta sobre Prestación de Servicios del Cedex a Tragsatec para la realización de determinaciones isotópicas de la molécula del agua en 30 muestras de aguas subterráneas y manantiales en el entorno del nuevo túnel ferroviario de Pajares.	Realización de determinaciones isotópicas de la molécula del agua en 30 muestras de aguas subterráneas y manantiales en el entorno del nuevo túnel ferroviario de Pajares.
Universidad de La Laguna. Tenerife	Realización de Análisis de tritio por concentración electrolítica en 24 muestras de agua potable del abastecimiento de Tenerife durante los años 2019 y 2020	Realización de Análisis de tritio por concentración electrolítica en muestras de agua potable del abastecimiento de Tenerife. Año 2020.

RESTO CLIENTES NACIONALES		
CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
3M España, S.A.	Realización del estudio 'Material Diamond Grade RA3P-DG3-Serie 4090-3M. Comportamiento'	Material DIAMOND GRADE RA3P DG3-4090 3M. Comportamiento. Informe V (Informe de Avance).
		Material Diamond Grade RA3P DG3-4090 3M. Comportamiento. Informe VI. (Informe de AVANCE).
A.I.E. CC.NN. Almaraz-Trillo	Realizar la vigilancia radiológica del río Tajo en torno a las instalaciones de la Central Nuclear de Almaraz durante el año 2020	Vigilancia radiológica del río Tajo en torno a las instalaciones de la central nuclear de Almaraz - Año 2020
Applus Norcontrol, S.L.U.	Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida de la Regularidad Longitudinal 2020. Equipos de la empresa Applus Norcontrol S.L.U	Ensayo anual de Intercomparación de equipos de medida de la regularidad longitudinal (2020). APPLUS NORCONTROL S.L.U
	Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida del Rozamiento Transversal del tipo SCRIM 2020. Equipo Matrícula 0118 GCG de la empresa Applus Norcontrol S.L.U.	Ensayo anual de intercomparación de equipos de medida del rozamiento transversal del tipo Scrim 2020. Equipo matrícula 0118 GCG.
	Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida del Rozamiento Transversal del tipo SCRIM 2020. Equipo Matrícula 2054 HKX de la empresa Applus Norcontrol S.L.U.	Ensayo anual de intercomparación de equipos de medida del rozamiento transversal del tipo Scrim 2020. Equipo matrícula 2054 HKX.
Asociación Nuclear Ascó - Vandellós II, A.I.E.	Dar cumplimiento a la condición 23 de la concesión definitiva de aprovechamiento de aguas públicas del río Ebro (año 2020)	Vigilancia radiológica del río Ebro en torno a las instalaciones de la central nuclear de Ascó. Año 2020.
ATLANTIC COPPER, S.L.U.	Ensayos de lixiviación, basados en las normas UNE-EN 14405 y UNE-EN 12457-4, sobre una muestra granular de escoria de fundición de cobre, para declaración de subproducto.	Ensayos de lixiviación, basados en las normas UNE-EN 14405 y UNE-EN 12457-4, sobre una muestra granular de escoria de fundición de cobre, para declaración de subproducto.
Becsa S.A.	Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida de la Regularidad Longitudinal 2020. Equipos de la empresa BECSA, S.A.	Ensayo anual de Intercomparación de equipos de medida de la Regularidad Longitudinal (2020). Becsa, S.A.
CIESM-INTEVIA, SAU	Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida de la Regularidad Longitudinal 2020. Equipos de la empresa CIESM INTEVIA SAU	Ensayo anual de intercomparación de equipos de medida de la regularidad longitudinal (2020). CIESM INTEVIA, S.A.U.

RESTO CLIENTES NACIONALES		
CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
CIESM-INTEVIA, SAU	Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida del Rozamiento Transversal del tipo SCRIM 2020. Equipo Matrícula 4349 GHD de la empresa CIESM INTEVIA SAU	Ensayo anual de intercomparación de equipos de medida del rozamiento transversal del tipo Scrim 2020. Equipo matrícula 4349 GHD.
Condorchem Envitech Sl.	Realización de determinaciones de los isótopos estables de la molécula del agua en 5 muestras de agua.	Determinaciones de los isótopos estables de la molécula del agua en 5 muestras de agua.
Deydesa 2000 S.L.	Análisis de las condiciones de estabilidad del vertedero de RNP de Igorre	Análisis de las condiciones de estabilidad del vertedero de residuos no peligrosos de Igorre (Vizcaya)
Euroconsult Nuevas Tecnologías, S.A.	Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida de la Regularidad Longitudinal 2020. Equipos de la empresa EUROCONSULT NUEVAS TECNOLOGÍAS S.A	Ensayo anual de Intercomparación de equipos de medida de la regularidad longitudinal (2020). EUROCONSULT NUEVAS TECNOLOGÍAS S.A
	Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida del Rozamiento Transversal del tipo SCRIM 2020 Equipo Matrícula 1835 GLM de la empresa EUROCONSULT NUEVAS TECNOLOGÍAS S.A.	Ensayo anual de intercomparación de equipos de medida del rozamiento transversal del tipo Scrim 2020. Equipo matrícula 1835 GLM.
	Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida del Rozamiento Transversal del tipo SCRIM 2020 Equipo Matrícula 9087 DSC de la empresa EUROCONSULT NUEVAS TECNOLOGÍAS S.A	Ensayo anual de intercomparación de equipos de medida del rozamiento transversal del tipo Scrim 2020. Equipo matrícula 9087 DSC.
EUROCONTROL S.A.	Realización del ensayo Fénix sobre una mezcla tipo SMA-11 colocada en la pista 18 del Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid Barajas	Realización del ensayo Fénix sobre una mezcla tipo SMA-11 colocada en la pista 18 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid Barajas.
Geotecnia y Cimientos, S.A. (GEOCISA)	Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida de la Regularidad Longitudinal 2020. Equipos de la empresa GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A	Ensayo anual de Intercomparación de equipos de medida de la regularidad longitudinal (2020). GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.
	Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida del Rozamiento Transversal del tipo SCRIM 2020. Equipo Matrícula 1292 DFP de la empresa GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.	Ensayo anual de intercomparación de equipos de medida del rozamiento transversal del tipo Scrim 2020. Equipo matrícula 1292 DFP

RESTO CLIENTES NACIONALES		
CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
Geotecnia y Cimientos, S.A. (GEOCISA)	Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida del Rozamiento Transversal del tipo SCRIM 2020. Equipo Matrícula 4381 GKW de la empresa GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.	Ensayo anual de intercomparación de equipos de medida del rozamiento transversal del tipo Scrim 2020. Equipo matrícula 4381 GKW.
Gestión y Auscultación de Infraestructuras, S.L. (GYA)	Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida de la Regularidad Longitudinal 2020. Equipos de la empresa Gestión y Auscultación de Infraestructuras, S.L.	Ensayo anual de intercomparación de equipos de medida de la regularidad longitudinal (2020). GESTIÓN Y AUSCULTACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS, S.L. (GYA)
G-GRAVITY ENGINEERING	Determination of critical speed of high speed railway sections using SASW method. California High-Speed Rail Project (CHSRP)	Determination of critical speed of high speed railway sections using SASW method. California High-Speed Train Project (CHSTP)
IDEAM T.Y. Lin International Group	Oferta de Prestación de Servicios del Cedex a Ideam para la realización del "Estudio del hormigón del viaducto de la calzada derecha de la autovía M-40 en el pk 51+000, sobre la M-605 (Madrid-El Pardo) y sobre el río Manzanares, provincia de Madrid	Estudio por microscopía electrónica de barrido del hormigón del Viaducto de la Calzada derecha de la autovía M-40 en el pk 51+000, sobre la M-605 y sobre el río Manzanares.
Indra Sistemas, S.A.	Prueba de Vibración de la Faceta del Radar Banda X para la fragata F110.	Prueba de Vibración de la Faceta del Radar Banda X para la fragata F110.
	Ensayo de Barrido y Vibración de la Faceta del Radar Banda X para la fragata F110	Ensayo de Barrido y Vibración de la Faceta del Radar Banda X para la fragata F110.
Medidas Ambientales, S.L.	Realización de análisis de tritio por concentración electrolítica en 16 muestras de agua del entorno de la C.N. de Cofrentes durante los años 2019 y 2020	Análisis de tritio por concentración electrolítica en 16 muestras de agua del entorno de la C.N. de Cofrentes durante los años 2019 y 2020. Informe de resultados Año 2020.
ORMAZABAL DISTRIBUCIÓN PRIMARIA, S.L.U.	Seismic qualification tests of 'cpg.0 lite gas insulated cubicles for Pprimary distribution' from Ormazabal Distribución Primaria according to IEEE Standard 693 2018, European Standard EN60068 3 3 2019 And Additional codes and specifications.	Seismic qualification tests of 'cpg.0 lite gas insulated cubicles for primary distribution from Ormazabal Distribución Primaria according to IEEE standard 693-2018, European Standard EN60068-3-3:2019 and additional codes and specifications.

RESTO CLIENTES NACIONALES		
CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
ORMAZABAL DISTRIBUCIÓN PRIMARIA, S.L.U.	Seismic qualification tests of 'cpg.0 lite gas insulated cubicles for Pprimary distribution' from Ormazabal Distribución Primaria according to IEEE Standard 693 2018, European Standard EN60068 3 3 2019 And Additional codes and specifications.	Seismic qualification tests of 'cpg.0 lite gas insulated cubicles for primary distribution from Ormazabal Distribución Primaria according to IEEE standard 693-2018, European Standard EN60068-3-3:2019 and additional codes and specifications. Nota técnica aclaratoria y videos del ensayo.
RAUROS ZMCOM S.L.	Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida de la Regularidad Longitudinal 2020. Equipos de la empresa RAUROS ZMCOM S.L.U	Ensayo anual de Intercomparación de equipos de medida de la regularidad longitudinal (2020). RAUROS ZMCOM S.L.U
SEPSAMEDHA S.L.U.	Shock and Vibration Tests for 16kVA/25kW AUXILIARY POWER SUPPLY	Shock and Vibration Tests for 16kVA/25kW Auxiliary Power Supply
	Shock and Vibration Tests for R211 AUXILIARY POWER SUPPLY. Configuration C	Shock and Vibration Tests for R211 auxiliary power supply. Configuration C
SERGEYCO ANDALUCÍA, S.L	Valoración global de los resultados obtenidos en los estudios de corrosión realizados en el dique exento del Puerto de Algeciras.	Valoración global de los resultados obtenidos en los estudios de corrosión realizados en el dique exento del Puerto de Algeciras.
	Estado actual del hormigón del dique exento y valoración de su contenido inicial de cloruros.	Estado actual del hormigón del Dique Exento y valoración de su contenido inicial en cloruros. Informe Final Tomo 1 de 2 y Tomo 2 de 2.
SERTEGO SERVICIOS MEDIOAMBIENTALES SLU	Determinación del contenido de asfaltenos según la norma NLT-131 en una muestra de aceite regenerado.	Determinación del contenido de asfaltenos según la norma NLT-131 en una muestra de aceite regenerado.
TPF Getinsa Euroestudios, S.L.	Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida de la Regularidad Longitudinal 2020. Equipos de la empresa TPF GETINSA EUROESTUDIOS S.L.	Ensayo anual de intercomparación de equipos de medida de la regularidad longitudinal (2020). TPF GETINSA EUROESTUDIOS S.L.
UNIVERSAL DE TECNOLOGIAS MEDIOAMBIENTALES SL (UNITECME)	Realización de determinaciones de los isótopos estables de la molécula del agua en 5 muestras de agua.	Determinaciones de los isótopos estables de la molécula del agua en 5 muestras de agua.

CLIENTES INTERNACIONALES

CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
Constructora Las Pampas de Sigwas, S.A.	Elaboración en modelo físico hidráulico, a escala reducida, de los órganos de maniobra sitios en la toma de la margen derecha de la presa Angostura. Modelización de válvulas Howell-Bunger	Estudio hidráulico en modelo físico a escala reducida de los órganos de maniobra de la toma derecha de la Presa de Angostura (Perú).

REMANENTE 1,5% CULTURAL

CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN	TÍTULO DEL INFORME
REMANENTE 1,5% CULTURAL	Actuación del CEDEX en materia de conservación, recuperación y enriquecimiento del patrimonio histórico de las obras públicas adscritas a la Dirección General del Agua	Estudio de la Presa de Camporredondo.

4. PUBLICACIONES

REVISTA/LIBRO	TÍTULOS Y AUTORES
<i>Boletín de la Sociedad Española de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica</i> , nº 207, Octubre-Diciembre 2021, pp. 1-10	Comportamiento tenso-deformacional de arenas de cuarzo sometidas a altas tensiones y temperaturas (Martín Ruiz, M., Alvarellos, J., Delgado, J.)
<i>Boletín de la Sociedad Española de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica</i> , nº 207, Octubre-Diciembre 2021, pp. 13-27	Evolución de la rigidez de columnas de jet grouting ejecutadas bajo cajones portuarios. Aplicación en el puerto de Valencia (Tijera, A., Asanza, E.)
<i>Boletín de la Sociedad Española de Mecánica del Suelo y Cimentaciones</i> nº 206, Julio-Septiembre 2021, pp. 23-34	Usos geotécnicos de la arcilla expandida (Roces, E., Muñiz, M., González-Galindo, J., Estaire, J.)
<i>Construction and Building Materials</i> , Vol. 313, 2021, 125486 https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125486	Lightweight expanded clay aggregate properties based on laboratory testing (Roces, E., Muñiz, M., González-Galindo, J., Estaire, J.)
<i>Revista de Obras Públicas</i> , en imprenta.	Una nueva estrategia para la España vaciada. La recuperación del patrimonio de la obra pública como motor económico (Romero Muñoz, D.)
<i>Engineering Geology</i> , Vol. 282, 2021, 105994	Laboratory physical modelling of block toppling instability by means of tilt tests (Pérez, I., Muñiz, M., González, J., Vagnon, F., Walton, G., Alejano, L.R.)
<i>European Geologist</i> , nº 51, May 2021, pp. 5-14	Policy trends and business opportunities for sustainability in geotechnics (Fernández I., Estaire J.)
<i>Frontiers Marine Science</i> , Vol. 8, 2021, pp. 1-25 https://doi.org/10.3389/fmars.2021.647437	Understanding sea level processes during Western Mediterranean storm Gloria (Pérez-Gómez, B., García-León, M., García-Valdecasas, J., Clementi, E., Möso, C., Pérez-Rubio S., Masina, S., Coppini, G., Molina-Sánchez, R., Muñoz-Cubillo, A., García, A., Sánchez, J.F., Sánchez-Arcilla, A., Álvarez, E.)
<i>Ingeopress</i> , nº 287, Febrero 2021, pp. 28-37 ISSN revista: 1136-4785 // ISSN Digital: 2462-6058	Geotecnia ferroviaria a la luz de los ensayos del Cajón Ferroviario del CEDEX (Estaire, J., Pardo, F.)
<i>International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences</i> , Vol. 144, 2021, 104811	Pull-out creep laboratory test for soft rocks (Montero-Cubillo, N.S., Galindo, R.A., Olalla, C., Muñiz, M.)
IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	The role of joint spacing on the stability analysis of wedge failures (Pérez, I., Moreno, J., Muñiz, M.)
Libro	Carlos de Grunenbergh. <i>Un ingeniero alemán al servicio de Carlos II en Sicilia</i> , Romero, D., Madrid, CEHOPU
<i>Marine Pollution Bulletin</i> , Vol. 173 (A) https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112902	An approach to the integration of beach litter data from official monitoring programmes and citizen science (Zorzo, P., Buceta, J.L., Corredor, L., López-Samaniego, I., López-Samaniego, E.)
<i>Powder Technology</i> , Vol. 383, 2021, pp. 542-553 https://doi.org/10.1016/j.powtec.2021.01.052	Experimental study on grain failure of lightweight expanded clay aggregate under uniaxial and biaxial load conditions (Roces, E., González-Galindo, J., Estaire, J.)

REVISTA/LIBRO	TÍTULOS Y AUTORES
<i>Ingeniería Civil</i> 198/2021, pp. 5-14	¿De dónde proceden las basuras marinas que encontramos en las playas? Un nuevo método de evaluación (Buceta, J.L., Gil, J.L., Martínez, M., Zorzo, P.)
<i>Ingeniería Civil</i> 198/2021, pp. 15-30	Máculas de fondo: origen, morfología e implicaciones geotécnicas (De Ponte, D., Arroyo, M., Gafeira, J.)
<i>Ingeniería Civil</i> 198/2021, pp. 31-44	Cartografía de la susceptibilidad a los movimientos de ladera en la cuenca media del río Beiro, Granada (Bandera, I., Jiménez, J.D.)
<i>Ingeniería Civil</i> 198/2021, pp. 45-52	La línea 2 del metro de Panamá. Segunda línea de metro de Centroamérica (Mateos, M.G.)
<i>Ingeniería Civil</i> 198/2021, pp. 53-64	Caracterización dinámica de estabilizados suelo-arena-bitumen (Azanza, A., Martínez, F., Zorzutti, L., Angelone, S.)
<i>Ingeniería Civil</i> 198/2021, pp. 65-78	Metodología aproximada para el análisis de una viga en curva circular usando un elemento recto de parrilla en la cuerda de la curva (Chanchí, J.C., Burbano, E.E., Delgado, J.S., Gómez, M.V.)
<i>Ingeniería Civil</i> 199/2021, pp. 5-14	La costa, el puerto y la ciudad (Pery, P., Camarero, A., Parra, J.I.)
<i>Ingeniería Civil</i> 199/2021, pp. 15-26	Análisis de la implantación de Puertos 4.0 utilizando la metodología BOT. Business Observation Tool (De la Morena, J., González-Cancelas, N., Molina, B.)
<i>Ingeniería Civil</i> 199/2021, pp. 27-38	Efecto del espaciado en el cálculo de estabilidad de cuñas en taludes rocosos (Pérez, I., Moreno, J., Muñiz, M.)
<i>Ingeniería Civil</i> 199/2021, pp. 41-52	Usos geotécnicos de la arcilla expandida (Roces, E., Muñiz, M., González-Galindo J., Estaire, J.)
<i>Ingeniería Civil</i> 199/2021, pp. 53-72	Deslizamiento en la ladera del P.K. 376+500 de la autovía A-23; tramo Nueno-Congosto del Isuela, Huesca. Análisis de la solución adoptada y propuesta de alternativas (Vicente, J., Parrilla, Á.)
<i>Ingeniería Civil</i> 199/2021, pp. 73-82	La herramienta CLARITY para infraestructuras de transporte (Parra, L., Cubillo, J., Postigo, M., Torres, L.)
<i>Ingeniería Civil</i> 199/2021, pp. 83-90	Influencia regional de la carga de nieve en el coste de pórticos de acero (Guerra, M.I., García, J., Morán, J.M ^a , Cuadrado, A., Valdés, A.J.)
<i>Ingeniería Civil</i> 199/2021, pp. 91-100	Función de estado de evolución de trazadores, (u, e, t) , aplicada a una función de potencia que describe las etapas de la turbulencia (Constaín, A., Peña, C., Peña, G.)
<i>Ingeniería Civil</i> 199/2021, pp. 101-107	Flexión unidimensional (Baracco, V.)
<i>Revista de Museología</i> , nº 80, 2021, pp. 89-100	La difusión del patrimonio de las obras públicas a través de las exposiciones del CEHOPU. La agenda 2030, una nueva estrategia de gestión del patrimonio (Romero, D.)
<i>Revista de Museología</i> , nº 81, 2021 (Ejemplar dedicado a Museos e Ingeniería), pp. 114-128	Libros, maquetas y exposiciones: el valor de la ingeniería en los orígenes de los Museos Militares Españoles (Luján, A.)
<i>Revista de Obras Públicas</i> , nº 3627, Marzo-Abril 2021, pp. 89-95	Obras de tierra ferroviarias. Puesta al día de los documentos de referencia de la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC) (Villalmanzo D., Estaire J., Santana, M.)

PUBLICACIONES

REVISTA/LIBRO	TÍTULOS Y AUTORES
<p><i>Geotecnia</i>, nº 152, Julio 2021, pp. 465-480 DOI: 10.14195/2184-8394_152_14 // ISSN 0379-9522/ e-ISSN 2184-8394</p>	<p>Valores representativos para su uso en las verificaciones de estados límite en el marco del futuro Eurocódigo 7 (Estaire, J., Schweckendiek, T.)</p>
<p><i>Rock Mechanics and Rock Engineering</i>, June 2021</p>	<p>Considerations relevant to the stability of granite boulders (Alejano, R.L., Pérez, I., Muñiz, M., Riquelme, A., Walton, G.)</p>

5. COMITÉS

C/L	NOMBRE DEL COMITÉ O ASOCIACIÓN	NOMBRE DEL SUBCOMITÉ O GRUPO DE TRABAJO	REPRESENTANTE
CETA	Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)	Grupo de trabajo de la Reporting Mechanism Environmental Noise Directive	Soto, I.
LC	ARCER	GT 1.- Características de tracción y fatiga	Morales, A., y Romero, I.
LC	Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE)	Representante	Alaejos, P.
LC		GT.- Nuevos retos en los áridos para hormigón	Alaejos, P.
LC		GT.- Caracterización del hormigón in situ	Alaejos, P.; Lanza, V.
LC		Comisión 5.- Estructuras y elementos estructurales	Carpintero, I.
LC		Comisión 5.- GT.- 5.9.- Ejemplos Eurocódigos	Carpintero, I.
LC		GT.- 5.12.- Edificios afectados por explosiones	Carpintero, I.
LC		GT.- 4/10.- Evaluación e Intervención de Estructuras de Fábrica Existentes.	Carpintero, I., y Morales Heras, A.
CEH		Asociación Española de Abastecimiento y Saneamiento (AEAS)	Comisión 4ª Drenaje Urbano
CEH	Comisión 5ª Depuración de aguas residuales		del Río, I.
CEH	GT.- Reutilización		
CEH	GT.- Operaciones, tecnología y energía		
CEH	GT.- Gestión y tratamiento de lodos de depuradoras		
CEH	Asociación Española de Desalación y Reutilización (AEDYR)	Representante	del Río, I.
CETA	Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental	Representante	García Sánchez-Colomer, M.
CET	Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA)	Comités ALEAS (Agrupación de Laboratorios de Entidades asociadas a ASEFMA)	CET
CET		Adherencia entre capas de mezcla bituminosa	Jiménez, R.
CET		Control térmico y toma de muestras de mezclas bituminosas y de sus componentes	Jiménez, R.

COMITÉS Y ASOCIACIONES CON REPRESENTACIÓN DEL CEDEX

C/L	NOMBRE DEL COMITÉ O ASOCIACIÓN	NOMBRE DEL SUBCOMITÉ O GRUPO DE TRABAJO	REPRESENTANTE
CET	Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA)	Marcado CE de mezclas bituminosas	Jiménez, R.
CET		Compactación giratoria	Jiménez, R.
CET		Mezclas a baja temperatura	Sánchez, M ^a N.
CET		Ensayos prestacionales	Jiménez, R. y Sánchez, M ^a N.
CET		Reutilización de mezclas bituminosas	Sánchez, M ^a N.
LC	Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR): Comités de Certificación	CTC 15.- Cementos	
LC		CTC 17.- Productos de acero para hormigón	Morales Hortelano, A.
LC		CTC 36.- Tubos y perfiles huecos de acero	Morales Hortelano, A.
LC		CTC 46.- Perfiles de acero laminados en caliente	Morales Hortelano, A.; Juárez, L.
LC		CTC 52.- Equipamiento para carreteras	
LC	Asociación Española de Normalización y Certificación (UNE): Comités de Normalización	CTN 36.- Siderurgia	Morales Hortelano, A.
CET		CTN 41.- Construcción	
CET		Subcomité SC 2.- Materiales para carreteras	Jiménez, R.
CET		GT 1.- Mezclas bituminosas	Sánchez, M ^a N.
CET		GT 5.- Características superficiales	
CEH		CTN 53.- Plásticos y cauchos	
CEH		Subcomité SC2- Tuberías (GT UNE 53331)	Balairón, L.
LC		SC 1 Métodos de ensayo (distintos de análisis químicos)	Rodríguez., L.; Juárez, L.
LC		SC 2 Métodos de análisis químicos.	Romero, I.
LC		SC 3 Aceros estructurales (distintos de aceros para hormigón armado y pretensado)	Juárez, L.
LC		SC 4 Aceros para hormigón armado y pretensado	Rodríguez., L.
LC		SC 5 Aceros para tratamiento térmico, aleados, inoxidable y de fácil mecanización	Morales Hortelano, A.
LC		SC 6 Alambres y alambre	Rodríguez., L.

COMITÉS Y ASOCIACIONES CON REPRESENTACIÓN DEL CEDEX

C/L	NOMBRE DEL COMITÉ O ASOCIACIÓN	NOMBRE DEL SUBCOMITÉ O GRUPO DE TRABAJO	REPRESENTANTE
LC	Asociación Española de Normalización y Certificación (UNE): Comités de Normalización	SC 7 Aceros para usos a presión	Morales Hortelano, A.
LC		SC 9 Productos planos recubiertos y no recubiertos para conformado en frío	Rodríguez., L.
LC		SC 10 Aceros para tubos y sus accesorios	Rodríguez., L.
LC		SC 11 Aceros moldeados y forjados	Morales Hortelano, A.
LC		SC 12 Generalidades	Morales Hortelano, A.
LC		CTN 76.-Estructuras Metálicas Permanentes	Morales Hortelano, A.; Juárez, L.
CEH		CTN 77.- Medio Ambiente	Alonso, A.M. ^a
CEH		Subcomité SC1 Aguas	Alonso, A.M. ^a
LC		CTN 80.- Cementos y cales	Mateo. B
LC		Subcomité SC 1.- Ensayos mecánicos	
LC		Subcomité SC 2.- Análisis químicos	García-Cidoncha, H.; Romero, I.
LC		Subcomité SC 3.- Definiciones, terminología, especificaciones	Mateo. B
LC		CTN 83.- Hormigón	Alaejos, P.
LC		Subcomité SC 10.- Durabilidad	Lanza, V.
LG		CTN 103.- Geotecnia	Pardo, F. (Presidencia Com. CTN 103)
LG		Subcomité SC 1.- Ensayos Geotécnicos	Muñiz, M., Abad, R.Tijera A.
LG		CTN 103/SC 0 Ensayos Geotécnicos	Ruiz, R.
LC		CTN 104.- Materiales impermeabilizantes para la construcción	Solera, R.; Mateo, B.
LC		Subcomité SC 2.- Materiales poliméricos	Solera, R.; Mateo, B.
LC		Subcomité SC 3 – Geosintéticos	Solera, R.; Mateo, B.
LC	CTN 112.- Corrosión y protección de materiales metálicos		

COMITÉS Y ASOCIACIONES CON REPRESENTACIÓN DEL CEDEX

C/L	NOMBRE DEL COMITÉ O ASOCIACIÓN	NOMBRE DEL SUBCOMITÉ O GRUPO DE TRABAJO	REPRESENTANTE
LC	Asociación Española de Normalización y Certificación (UNE): Comités de Normalización	Subcomité SC 2.- Protección de materiales metálicos	
LC-CET		CTN 135.- Equipamiento de carretera para la señalización vial	LC- Marrón, J.O.. - CET-Leal, J. (Presidencia del Comité CTN 135)
LC-CET		Subcomité SC 1.- Barreras de seguridad	Leal, J.
LC		Subcomité SC 2.- Señalización horizontal	Marrón, J.O.
LC		Subcomité SC 3.- Señalización vertical	Marrón, J.O.
CET		Subcomité SC 7.- Pantallas antideslumbrantes	Leal, J.
LG		CTN 140.- Eurocódigos	Pardo, F.
LG		Subcomité SC 7.- Eucodódigo 7 proyecto geotécnico	Estaire, J. y González-Gallego, J.
LC		SCN4.- Toma de muestras y control de calidad	Mateo, B.
LC		SCN6.- Sostenibilidad Y Sustancias Reguladas	Mateo, B.
LC-CET		CTN 146.- Áridos	Alaejos, P. - CET
CET		GT 13.- Sustancias peligrosas empleadas en la construcción	Termenón, J. y Ramos, D.
CET		GT 12.- Áridos para otros usos	
CET		GT 13.- Sustancias peligrosas en áridos	
CET		Subcomité SC 3.- Áridos para carreteras	Carnerero, J. y Sánchez, M ^a N.
LC		Subcomité SC 6.- Ensayos de áridos	Mateo-Sanz, B. - CET-Jiménez, R.
CEH		CTN 149.- Ingeniería del Agua	Balairón, L.
CEH		Subcomité SC 3.- Redes de saneamiento y vertido	Balairón, L.
CET		CTN 159.- Sistemas inteligentes de transporte	Leal, J.
CET		CTN 193.- Evaluación de la emisión de sustancias peligrosas de productos de construcción	Termenón, J. y Ramos, D.

COMITÉS Y ASOCIACIONES CON REPRESENTACIÓN DEL CEDEX

C/L	NOMBRE DEL COMITÉ O ASOCIACIÓN	NOMBRE DEL SUBCOMITÉ O GRUPO DE TRABAJO	REPRESENTANTE
CET	Asociación Española de Normalización y Certificación (UNE); Comités de Normalización	CTN 198.- Sostenibilidad en la construcción	
CET		CTN 199.- Equipamiento para la gestión del tráfico	Leal, J.
CET		CTN 216.- Eficiencia energética, cambio climático y energías renovables	
CET		CTN 216 GT2.- Cambio climático	
CETA		CTN 323. Economía Circular	
LIF		CTN-326 Hyperloop. Presidencia del Comité	
LG	Asociación Española de Túneles y Obras Subterráneas (AETOS)	Junta Directiva	Pardo, F. (Vocal)
CETA-CEH	Asociación Ibérica de Limnología (AIL)	Representante	CETA- Rodríguez, J., y García Sánchez-Colomer, M. CEH- Toro, M.
LG	Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR/PIARC)	Comité de terminología (CTERM)	
CET		CT 3.1.- Seguridad vial	Leal J:
CET		CT D.3.- Puentes de carreteras	
LG		CT D.4.- Rural roads and earthworks	
CET		G.E.2.2.- Sistemas eléctricos de carreteras (ERS)	Leal J.
CET		CT 4.- Planificación, Diseño y Tráfico	Leal, J.
LC	Asociación Técnica de Carreteras (ATC). Comité Nacional Español de la AIPCR	CT 11.- Puentes	Carpintero, I.
CET		CT 7/8.- Firmes de carreteras	
CET		GT1.- Análisis del ciclo de la vida de los firmes	
CET		GT 3 Capas tratadas con ligantes hidráulicos	Carnerero, J. y Sánchez, M ^a . N.
CET		GT5.- Geosintéticos	Carnerero, J.
CET		GT9.- Mezclas bituminosas	Sánchez, M ^a N.
LG		CT 12.- Geotecnia vial	

COMITÉS Y ASOCIACIONES CON REPRESENTACIÓN DEL CEDEX

C/L	NOMBRE DEL COMITÉ O ASOCIACIÓN	NOMBRE DEL SUBCOMITÉ O GRUPO DE TRABAJO	REPRESENTANTE
CET	Asociación Técnica de Carreteras (ATC). Comité Nacional Español de la AIPCR	CT 13.- Seguridad vial	CET- Leal, J.
CET		CT 14.- Carreteras y Medio Ambiente	CET
CEPYC	Clúster Marítimo Nacional	Representante	Grassa Garrido, J.M.
CEH	Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura (CCETTS)	Representante	Estrada, F.
CEPYC	Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimo (CIAIM)	Representante	Martín-Soldevilla, M.J.
CEH	Comisión de Normas para Grandes Presas	Representante	Jiménez, A.
LG	Comisión Española de Geodesia y Geofísica	Pleno de la Comisión	Tijera, A.
LG		Sección de Geofísica Aplicada	Ruiz R.
CEPYC	Comisión Española de Geodesia y Geofísica	Sección de Meteorología y Climatología	Martín-Soldevilla, M.J.
CETA	Comisión Europea: Noise Regulatory Committee	Representante	Soto, I.
CETA	Noise Expert Committee	Representante	Soto, I.
LC	Comisión Interministerial para Productos de la Construcción (CIPC)	Comité Permanente	Alaejos, P.
LC		Subcomité.- Organismos notificados	Alaejos, P.
LC	Comisión Permanente de Estructuras de Acero (CPEA)	Representante	Alaejos, P.; Morales Hortelano, A.
LC	Comisión Permanente de Normas Sismorresistentes (CPNS)	Representante	López-Rodríguez, E.
LC	Comisión Permanente del Cemento (CPC)	Representante	Leiro, A.; Alaejos, P.
LC	Comisión Permanente del Hormigón (CPH)	Representante	Alaejos, P. Lanza, V.
CEPYC	Comisión Técnica de Maremotos	Representante	Sánchez-González, J.F.

COMITÉS Y ASOCIACIONES CON REPRESENTACIÓN DEL CEDEX

C/L	NOMBRE DEL COMITÉ O ASOCIACIÓN	NOMBRE DEL SUBCOMITÉ O GRUPO DE TRABAJO	REPRESENTANTE
LC	Comité Europeo de Normalización (CEN)	TC 51.- Cementos y cales de construcción	
LC		TC 189.- Geosintéticos	
CET		WG 12 - Aggregates from a secondary source	Termenón, J. y Ramos, D.
CET		WG 13.- Dangerous substances	Termenón, J. y Ramos, D.
CET		TC 226.- Equipamientos viales	Leal, J.
CET		TC 227.- Materiales para carreteras	
CET		WG1.- Mezclas bituminosas	Jiménez, R.
CET		TG2.- Ensayos de mezclas bituminosas	Jiménez, R. y Sánchez, M ^a N.
CET		WG3.- Sustancias peligrosas en los áridos	
CET		WG5.- Características superficiales	
LG		TC 250.- Eurocódigos	
LG		Subcomité SC 7-Geotecnia	Estaire, J.
LG		WG1 TG-C2	González-Gallego, J.
LG		TC 396- Earthworks	
LG		WG-7-Use of secondary manufactured and recycled materials in Earthworks	Santana, M.
LG		WG-8- Test methods	Muñiz, M., Abad, R.
LG		WG-9 - Sustainable Earthworks	Santana, M.
LG		TC 341-Geotechnical investigation and testing	
CET		TC 351.- Productos de la construcción. Evaluación de la emisión de sustancias peligrosas	
CET		WG 1-Emsisión de los productos de construcción en el suelo, las aguas subterráneas y las aguas superficiales	Termenón, J. y Ramos, D.
CET		WG 5 - Análisis del contenido y efluentes en los productos de construcción	Termenón, J. y Ramos, D.
LG		WG 6-Laboratory soil testing	Muñiz, M.

COMITÉS Y ASOCIACIONES CON REPRESENTACIÓN DEL CEDEX

C/L	NOMBRE DEL COMITÉ O ASOCIACIÓN	NOMBRE DEL SUBCOMITÉ O GRUPO DE TRABAJO	REPRESENTANTE
LG	Comité Europeo de Normalización (CEN)	TC 182-Geotechnics	
LG		WG 9-Geotechnical Aspects of Geophysical Methods	Tijera, A. Ruiz R.
LG		WG 12-Standardization in geophysics	Tijera, A. , Ruiz R.
LIF		JTC-120 Hyperloop. Representante de España	
CEH	Comité Nacional Español de Grandes Presas (CNEGP-SPANCOLD)	Comité Técnico de Sedimentación de embalses	Balairón, L.
CEH		Comité Técnico de Hidráulica para presas	Cordero, D.
CEH		Comité Técnico de Información al público y educación	Cordero, D.
LG		Comité de Cálculo	Mira, P.
CEH-CEPYC	Comité permanente de las Jornadas de Ingeniería del Agua		Balairón, L. (Vocal)
CEPYC	Comité Técnico Permanente para la Elaboración de las Recomendaciones para Obras Marítimas (ROM)	Comité Técnico para la redacción de la ROM 1.1. Recomendaciones para el proyecto de construcción de Diques de Abrigo	Martín-Soldevilla, M.J.
CEH	Conferencia de Directores Iberoamericanos del Agua (CODIA)		Estrada, F.
CEH	Consejo Asesor del Fondo de Cooperación para el Agua y el Saneamiento	Miembro	Estrada, F.
CEH	Consejo Directivo de la Infraestructura de Información Geográfica en España	Grupo Técnico de Trabajo de Hidrografía (GTT_HY)	Ángel-Martínez, M.C.
CEH - CEDEX	Consejo Nacional del Agua	Vocal designado	CEH- Estrada, F.
LC	CPR Acquis	Subgroup 2: Structural Metallic Products	Morales Hortelano, A.; Juárez, L.
CEPYC	Directiva Marco de Estrategias Marinas	WG DIKE. SUBGRUPO TG DATA	Lloret, A.

COMITÉS Y ASOCIACIONES CON REPRESENTACIÓN DEL CEDEX

C/L	NOMBRE DEL COMITÉ O ASOCIACIÓN	NOMBRE DEL SUBCOMITÉ O GRUPO DE TRABAJO	REPRESENTANTE
CEPYC	Directiva Marco para la Ordenación del Espacio Marítimo	Technical Expert Group on MSP Data	Murciano, C., Moreno, I.
LIF	ERTMS Accredited Labs (EAL) Association	Steering Committe Member	
LG	European Large Geotechnical Institutes Platform (ELGIP)	Miembro español de la Plataforma de Grandes Instituciones Geotécnicas Europeas	Pardo, F., Muñiz, M.
CEH	European Network of Freshwater Research Organisations (EurAqua)	Miembro	Berga, M.ª I. y Fernández, A. I.
CEH-CEPYC	European Water Research Institutes (EWRI)	Directors Meeting Representante	Estrada, F.
TC	Federación Española de Asociaciones de Archiveros, Bibliotecarios, Arqueólogos, Museólogos y Documentalistas (ANABAD)	Socio institucional CEDEX	
CET	Forum of European Highways Research Laboratories (FEHRL)	Research Coordinator	Sánchez, Mª N.
CETA	Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas	Patronato	García Sánchez-Colomer, M.
LG	GEOPLAT: Plataforma Tecnológica y de Innovación Española de Geotermia	Representante	Pardo, F.
CEPYC	Grupo de Trabajo de Cartografía Marina	Representante	Lloret, A.
CETA	Grupo de Trabajo de Fragmentación de Hábitats causada por Infraestructuras de Transporte	Representante	García Sánchez-Colomer, M.
CEPYC	Grupo de Trabajo Ordenación del Espacio Marítimo	Representante	Lloret, A.
CEPYC	Grupo de Trabajo Técnico Línea de Costa	Representante	Lloret, A.
LC	International Association for Bridges and Structural Engineering (IABSE)	Representante	Alaejos, P.

COMITÉS Y ASOCIACIONES CON REPRESENTACIÓN DEL CEDEX

C/L	NOMBRE DEL COMITÉ O ASOCIACIÓN	NOMBRE DEL SUBCOMITÉ O GRUPO DE TRABAJO	REPRESENTANTE
LC	International Association for Shell and Spatial Structures (IASS)	Vicepresidencia	Alaejos, P.
LC		Secretaría	Mateo, B.
LC		Editora asociada	Morales, A.
CEH-CEPYC	International Association of Hydraulic Engineering and Research (IAHR)	Secretaría	
CEH		Committee on Hydraulic Structures	Balairón, L. (Vocal)
CEH		Committee on Experimental Methods and Instrumentation	Balairón, L. (Vocal)
CEH		Capítulo Español	Balairón, L. (Presidente)
CETA	International Association for Impact Assessment		García Sánchez-Colomer, M.
LC LG	International Geosynthetic Society (IGS)	Capítulo Español	Leiro, A., Pardo, F.
LG	International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering	Participación a través de la SEMSIG	Pardo, F.
LG		TC 101 Laboratory Testing	Muñiz, M.
LG		TC 103 Numerical Methods	Mira, P.
CET	International Standard Organization (ISO)	ISO TC43 SC1 WG33 "Measuring method for comparing noise on different road surfaces"	
CEH	International Society of Limnology (SIL)	Representante	Toro, M.
LC	International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures (RILEM)	Representante	Alaejos, P.
LC	Plan de Innovación para el Transporte y las Infraestructuras del Ministerio de Fomento	Iniciativa E3L5-1 Vigilancia Tecnológica (VT) e Inteligencia Competitiva (IC)	López, E., y Grassa, J.M.
LC		Iniciativa E3L5-3 Laboratorio de drones	Carpintero, I.
LC		Iniciativa E4L2-5 Aplicación de las tecnologías fotocatalíticas en infraestructuras de transporte	Pazo, G.

COMITÉS Y ASOCIACIONES CON REPRESENTACIÓN DEL CEDEX

C/L	NOMBRE DEL COMITÉ O ASOCIACIÓN	NOMBRE DEL SUBCOMITÉ O GRUPO DE TRABAJO	REPRESENTANTE
LC	Plan Estratégico de drones del Ministerio de Fomento	Iniciativa E4L1-1 Grupo interministerial	Carpintero, I.
CEH	Plan Nacional de Depuración, Saneamiento, Eficiencia, Ahorro y Reutilización Plan DSEAR	Miembro	del Río, I.
CEPYC	Plataforma PROTECMA	Representante	Lloret, A.
LIF	Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española (PTFE)	Presidente del Comité de Interoperabilidad	
CEH	Programa Copernicus	Foro de Usuarios de Copernicus España	Ángel-Martínez, M.C.
CETA	Real Sociedad Española de Historia Natural (RSEHN)	Representante	
CEH-CEPYC	Red de Institutos Nacionales Iberoamericanos de Ingeniería e Investigación Hidráulica (RINIHH)	Miembro	Balairón, L.
CEH	Red de Laboratorios de Hidráulica de España	Representante	Balairón, L.
CEH	Red de Laboratorios e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid	Representante	Alonso, A.M.
CEH	Red Española de Supercomputación (RES)		López, D.
CEH	Red Ibérica de Cianotoxinas	Representante	Alonso, A.M.
TC	Servicio de Teledocumentación Baratz	Grupo de usuarios de BRS	
CEH	Sociedad Española de Cromatografía y Técnicas Afines (SECYTA)	Representante	CEH- Alonso, A.M.
TC	Sociedad Española de Documentación e Información Científica (SEDIC)	Miembro	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO
LG	Sociedad Española de Mecánica de Rocas (SEMR)	Sede de la Sociedad	González-Gallego, J. (Vicepresidente de la SEMR)

COMITÉS Y ASOCIACIONES CON REPRESENTACIÓN DEL CEDEX

C/L	NOMBRE DEL COMITÉ O ASOCIACIÓN	NOMBRE DEL SUBCOMITÉ O GRUPO DE TRABAJO	REPRESENTANTE
LG	Sociedad Española de Mecánica de Rocas (SEMR)		Muñiz, M. (Secretario)
LG			Pardo, F. (Vocal Junta Directiva)
LG			Pérez Rey, I. (Vocal Junta Directiva)
LG			Díez, JA. (Representante CEDEX)
LG	Sociedad Española de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica (SEMSIG)	Sede de la Sociedad	Pardo, F. (Presidente de la SEMSIG)
LG			Estaire, J. (Vocal Junta Directiva)
LG			Muñiz, M. (Representante SEMR)
LG			Asanza, E. (Representante CEDEX)
CETA	Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR)		Pujol, L.
LG	Sociedad Geológica de España (SGE)	Representante	Díez, J.A.
CETA	Sociedad Nuclear Española (SNE)	Representante	Pujol, L.

COMITÉS Y ASOCIACIONES CON REPRESENTACIÓN DEL CEDEX

C/L	NOMBRE DE LA PUBLICACIÓN	ISSN
LG	Boletín de la Sociedad Española de Mecánica de Rocas (SEMR)	ISSN: 2444-9601
LG	Boletín de la Sociedad Española de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica (SEMSIG)	ISSN: 2695-8260
CET	Carreteras	ISSN: 0212-6389
LG	Geotecnia	ISSN: 0379-9522
LC	Hormigón y Acero (ACHE)	ISSN: 0439-5689 Consejo Editorial
CEH	Hydrolink	Advisory Board
CEH, CEPYC, CET, CETA, LC, LG, LIF, CEHOPU	Ingeniería Civil	ISSN: 0213-8486
CEH	Ingeniería del Agua	ISSN: 1134-2196 Comité Permanente Editores Asociados
CEH	International Journal of River Basin Management	ISSN (impresa): 1571-5124. ISSN (electrónica): 1814-2060
LC	Journal of the International Association for Shell and Spatial Structures	ISSN: 1028-365X Editor Asociado
CEH- CEPYC	Revista Iberoamericana del Agua RIBAGUA	Editor Asociado Técnico
CET	Rutas	ISSN: 1130-7102

6. CONGRESOS, JORNADAS Y SEMINARIOS

EVENTO	LUGAR DE CELEBRACIÓN	FECHA	ASISTENTES/ PONENTES	NACIONAL/ INTERNACIONAL
Earth Observations, artificial intelligence and data science in water management. Rosenberg international forum on water policy. Organizado por la Universidad de California	Online	4/2/2021	María Díaz Redondo	INTERNACIONAL
Jornada sobre gestión de riesgos catastróficos en el medio hídrico: continental y marino. Organizada por Spain Water e IAHR	Online	17/3/2021	María Díaz Redondo, Beatriz Molina Martín	NACIONAL
Hidrogeodía 2021 Ciudad Real	Online	22/3/2021	Silvino Castaño Castaño	NACIONAL
International Workshop: Isotope Tracers in Catchment Hydrology	Online	10-14/5/21	Silvino Castaño Castaño, Emilia Jiménez Hernández, Javier Rodríguez Arévalo	INTERNACIONAL
IAIA21: Smartening Impact Assessment in Challenging Times	Online	18/5/2021	M. García Sánchez-Colomer	INTERNACIONAL
Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA 2020)	Madrid	31/5/21-3/6/21	M. García Sánchez-Colomer	NACIONAL
Trajectories and adaptation to global change. I.S. Rivers Webinars. Organizado por ZABR-GRAIE	Online	21/6/2021	María Díaz Redondo	INTERNACIONAL
Transición energética y conservación de la biodiversidad	Online	22/6/2021	M. García Sánchez-Colomer	NACIONAL
Fish passage conference 2021. Europe Sesion. Organizado por World Fish Migration	Online	23/6/2021	María Díaz Redondo	INTERNACIONAL
General presentation of the Cluster 6 2021 Work Programme & Horizon Europe novelties and guidance for quality proposals	Online	7-9/7/21	M. García Sánchez-Colomer, Milagros Ojeda Couchoud, Alberto Martín Baena	INTERNACIONAL

PARTICIPACIÓN EN CONGRESOS, JORNADAS Y SEMINARIOS

EVENTO	LUGAR DE CELEBRACIÓN	FECHA	ASISTENTES/ PONENTES	NACIONAL/ INTERNACIONAL
XXIV Biental de la Real Sociedad Española de Historia Natural	Online/Valencia	8-11/9/21	M. García Sánchez-Colomer	NACIONAL
Reunión de la COST WATSON: Catchment-scale water residence time and travel times	Online	28-29/9/21	Silvino Castaño Castaño, Emilia Jiménez Hernández, Javier Rodríguez Arévalo	INTERNACIONAL
Jornada IAHR-Spain "Water: Los lagos: centinelas y sensores de cambio globales. Prioridades en la investigación y gestión". Organizada por Spain Water y IAHR	Online	6/10/2021	María Díaz Redondo, Francisco M. Cortés Sánchez, Beatriz Molina Martín	NACIONAL
Uncertainty in hydrological modelling and water resources management. Organizado por IAHR	Online	14/10/2021	María Díaz Redondo	INTERNACIONAL
International Conference on Liquid Scintillation Counting (LSC-2020)	Online	18-21/10/21	Lluís Pujol Terés	INTERNACIONAL
Research trends in the flow-sediment-vegetation interactions in fluvial system. Organizado por IAHR y Journal of Ecohydraulics	Online	18/11/2021	María Díaz Redondo, Francisco M. Cortés Sánchez, Beatriz Molina Martín	INTERNACIONAL
Jornada de presentación de IBER 3.0. Organizado por CEDEX	Madrid	25/11/2021	María Díaz Redondo, Francisco M. Cortés Sánchez, Beatriz Molina Martín	NACIONAL
Actuaciones en la España vaciada	Online	30/11/2021	M. García Sánchez-Colomer	NACIONAL
Jornada técnica sobre la adaptación al método CNOSSOS-EU (Sociedad Española de Acústica)	Madrid	14/12/2021	Javier Cachón de Mesa, Ignacio Soto Molina, Ramón Querol Herrá	NACIONAL
Gestión de riesgos catastróficos en el medio hídrico: continental y marino	Online	17/3/2021	José Francisco Sánchez González	INTERNACIONAL

PARTICIPACIÓN EN CONGRESOS, JORNADAS Y SEMINARIOS

EVENTO	LUGAR DE CELEBRACIÓN	FECHA	ASISTENTES/ PONENTES	NACIONAL/ INTERNACIONAL
Congreso Nacional del Medio Ambiente	Madrid	19-22/4/21	Miriam García Oliva, María Plaza Arroyo, José Francisco Sánchez González, Pilar Zorzo Gallego	NACIONAL
Jornada de dragado Puerto de Avilés	Avilés	17/11/2021	Jose Francisco Sánchez González, Ana Lloret Capote, Ricardo Obispo Esteban	NACIONAL
VII Escuelas de riesgos tecnológicos. Unidad Militar de Emergencias	Torrejón de Ardoz	29/11/21-3/12/21	Ricardo Obispo Esteban, María Plaza Arroyo, Ana Lloret Capote	NACIONAL
Future Port Bilbao	Bilbao	6-7/10/21	José M ^a Grassa Garrido, José M ^a Valdés	NACIONAL
Spanish-Norwegian Networking: Offshore Wind	Madrid	14/12/2021	José M ^a Valdés	INTERNACIONAL
European Rock Mechanics Conference (EUROCK) 2021	Online	21-24/9/21	Ignacio Pérez Rey, Mauro Muñoz Menéndez	INTERNACIONAL
Jornada Técnica de la Conferencia Anual de la SEMSIG	Online	28/4/2021	Natalia S. Montero Cubillo	NACIONAL
1st Conference of the European Association on Quality Control of Bridges and Structures – EUROSTRUCT2021	Padua, Italia. Presencial	29/08/21-2/09/21	Ismael Carpintero García, Eduardo J. López Rodríguez	
II Conferencia de Dinámica Estructural	Gijón, España. Presencial	22/07/21-23/07/21	Raquel Batuecas Gandía, Eduardo J. López Rodríguez	
Ensayos en materiales de construcción: tecnologías, equipos y aplicaciones posibles (Zwick-Roell)	Online (Zwick-Roell)	29/4/2021	Asunción Morales Hortelano, Laura Rodríguez Duro	
Oportunidades para la I+D+i en el nuevo contexto europeo	Online (GIEC - Grupo de Interplataformas de Economía Circular)	13/5/2021	Asunción Morales Hortelano	

PARTICIPACIÓN EN CONGRESOS, JORNADAS Y SEMINARIOS

EVENTO	LUGAR DE CELEBRACIÓN	FECHA	ASISTENTES/ PONENTES	NACIONAL/ INTERNACIONAL
Oportunidades en atracción de talento: Diálogo CDTI – Organismos de Investigación	Online (CDTI)	24/7/2021	Laura Juárez González	
Ensayos de tracción en metales según ISO 6892-1:2016 (WB026)	Online (Zwick-Roell)	3/6/2021	Laura Juárez González, Laura Rodríguez Duro	
XXXVII Congreso del Grupo Español de Fractura	Online (GEF)	7-8/6/21	Asunción Morales Hortelano, Laura Rodríguez Duro, Laura Juárez González	
Introducción al Galvanizado	Online (ATEG)	28/4/2021	Laura Rodríguez Duro	
Recomendaciones de Diseño para el Galvanizado	Online (ATEG)	13/5/2021	Laura Rodríguez Duro	
Comparativa del Acero Galvanizado con Sistemas de Pinturas, Acero Corten y Acero Inoxidable	Online (ATEG)	26/5/2021	Laura Rodríguez Duro	
Sesión Informativa sobre Horizonte Europa	Online (CEDEX Unidad de I+D+i)	18/6/2021	Asunción Morales Hortelano, Laura Rodríguez Duro, Laura Juárez González, Sandra Ruíz Montejano	
Eurostars for Applicants	Online (Secretariado de Eureka)	2/9/2021	Asunción Morales Hortelano	
ACI Concrete Convention	Online (ACI)	16-21/10/21	Laura Juárez González	
XXXVIII Congreso Nacional de Riegos. CARTAGENA 2021	Cartagena, España. Presencial	3-5/11/21		NACIONAL
XII International conference On Structural Analysis of Historical Constructions	Barcelona. Online	28-30/9/21	Ismael Carpintero García, Antonio Morales Heras	
Congreso Internacional BuildingSmart 2021	Online	27/09/21-08/10/21	Vanessa García Alcocer	
12th International Conference On Structural Analysis of Historical Constructions (SAHC2021)	Online	29-30/9/21-1/10/21	Antonio Morales Heras, Ismael Carpintero García	

PARTICIPACIÓN EN CONGRESOS, JORNADAS Y SEMINARIOS

EVENTO	LUGAR DE CELEBRACIÓN	FECHA	ASISTENTES/ PONENTES	NACIONAL/ INTERNACIONAL
BIM ON 2021. EDITECA		12/04/21- 15/04/21	Vanesa García Alcocer	
Congreso Internacional EUBIM 2021			Vanesa García Alcocer	
9ª Conferencia ECTP - The EU Construction Industry at the heart of the Green and Digital Transitions	Presencial	02/12/21- 03/12/21	Ismael Carpintero García, Vanesa García Alcocer	
Building Information modelling supports digitalization of standards for the Construction sector. First elements on BIM	Online	15/02/2021	Vanesa García Alcocer	
Más allá del BIM en el diseño y construcción: BIM 7D	Online	24/02/2021	Vanesa García Alcocer	
Global BIM Summit	Online	17/03/2021	Vanesa García Alcocer	
Uso de escáner láser 3D en edificación y creación de gemelo digital con metodología BIM	Online	22/04/2021	Vanesa García Alcocer	
Desde el control de calidad hasta la toma de decisiones en la gestión de puentes y estructuras	Online	23/04/2021	Vanesa García Alcocer	
Digitalización mediante drones y sus aplicaciones en la construcción	Online	06/05/2021	Vanesa García Alcocer	
Life-Cycle of Bridges and Infrastructure Networks	Online	07/05/2021	Vanesa García Alcocer	
Oportunidades para la I+D+i en el nuevo contexto europeo	Online	13/05/2021	Vanesa García Alcocer	
Evento virtual HxGN LIVE Leica Espana 3D Reality Capture	Online	19-20/05/21	Vanesa García Alcocer	
Aplicación e Implantación de la ISO 19650	Online	27/05/2021	Vanesa García Alcocer	
La digitalización de las infraestructuras del ciclo integral del agua	Online	29/06/2021	Vanesa García Alcocer	
Manual de Nomenclatura de Documentos al utilizar BIM	Online	29/06/2021	Vanesa García Alcocer	

PARTICIPACIÓN EN CONGRESOS, JORNADAS Y SEMINARIOS

EVENTO	LUGAR DE CELEBRACIÓN	FECHA	ASISTENTES/ PONENTES	NACIONAL/ INTERNACIONAL
Profundizando en la norma ISO 19650	Online	29/06/2021	Vanesa García Alcocer	
Cumbre Digital AEC 2021	Online	14-16/09/21	Vanesa García Alcocer	
Implementación y uso de BIM en edificación	Online	24/09/2021	Vanesa García Alcocer	
Integración BIM - GIS: Ventajas y beneficios de tener sus sistemas conectados	Online	28/09/2021	Vanesa García Alcocer	
Cálculo Estructural de Modelos de Revit con Autodesk Robot	Online	05/10/2021	Vanesa García Alcocer	
Implementación de la Norma ISO 19650	Online	26/10/2021	Vanesa García Alcocer	
Jornadas "El Patrimonio de las obras públicas"	Online	11-12/11/21	Vanesa García Alcocer	
GIS and openBIM drive innovation, communication and success	Online	18/11/2021	Vanesa García Alcocer	
Jornada Técnica. Nuevos retos tecnológicos de la M-30	Online	26/11/2021	Vanesa García Alcocer	
World ATM Congress 2021. "Expodrónica 2021"	Presencial	23-28/10/21	Álvaro Ruiz de la Torre	
Claves para la reparación y protección del hormigón según la norma UNE EN 1504	Online	9/6/2021	Álvaro Ruiz de la Torre	
Inyección de resinas viscosas a alta presión para impermeabilización y refuerzo de estructuras de hormigón	Online	14/4/2021	Álvaro Ruiz de la Torre	
Topografía, inventarios y seguimiento de obra con drones	Online	22/4/2021	Álvaro Ruiz de la Torre	
Refuerzo de estructuras con sistemas de carbono FRCC (S&P ARMO System)	Online	04-05/05/21	Álvaro Ruiz de la Torre	
DRONES: Buenas prácticas para el buen piloto	Online	15/10/2021	Álvaro Ruiz de la Torre	
Taller virtual de normatividad de vertidos y tratamiento de aguas residuales para Latinoamérica Organizado por FCAS/AECID, CEDEX y CODIA	Online	21 -23/06/21	Ignacio del Río Marrero, Ana Tejero Andrés	INTERNACIONAL

PARTICIPACIÓN EN CONGRESOS, JORNADAS Y SEMINARIOS

EVENTO	LUGAR DE CELEBRACIÓN	FECHA	ASISTENTES/ PONENTES	NACIONAL/ INTERNACIONAL
Jornada sobre "Los lagos: centinelas y sensores de cambios globales. Prioridades en la investigación y gestión" Organizada por IAHR, Dirección General del Agua y CEDEX	Online	6/10/2021	Manuel Toro Velasco, Ana María Alonso García, Carlos Nuño Sánchez, José Luis Vargas Poncini, María Peg Cámara, Beatriz Gómez Gómez, María Verdugo Althöfer, Laura Hernández Sánchez, Lara Incio Caballero	INTERNACIONAL
Taller virtual sobre planificación sectorial para Latinoamérica. Organizado por FCAS/AECID, CEDEX y CODIA	Online	5/11/2021	Ignacio del Río Marrero, Ana Tejero Andrés	INTERNACIONAL
Jornada de presentación del modelo IBER 3.0. Organizada por la Dirección General del Agua y el CEDEX. Presentación del modelo Iber 3.0 y Paralelización del código de cálculo	Centro de Estudios Hidrográficos (Madrid)	25/11/2021	Celia García Montañés, Ana Requena Rodríguez, Lara Incio Caballero, Mirta Dimas Suárez, Luis Balairón, David López, Paula Pascual, María Isabel Berga	INTERNACIONAL
Taller regional sobre normativa en saneamiento - Lecciones aprendidas en 6 países. Organizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Online	13/4/2021	Ignacio del Río Marrero, Ana Tejero Andrés	INTERNACIONAL
Open Webinar Series 6: Regeneración y Reutilización del Agua. Organizado por la Asociación Española de Reutilización Sostenible del Agua (ASERSA) y AGUASRESIDUALES.INFO	Online	21/4/2021	Ignacio del Río Marrero	NACIONAL

PARTICIPACIÓN EN CONGRESOS, JORNADAS Y SEMINARIOS

EVENTO	LUGAR DE CELEBRACIÓN	FECHA	ASISTENTES/ PONENTES	NACIONAL/ INTERNACIONAL
Jornada sobre La nueva planificación hidrológica. Organizada por la Dirección General del Agua	Madrid	21/5/2021	Ana Isabel Fernández, Luis Barranco Sanz, Mirta Dimas Suárez	NACIONAL
Congreso Geológico de España. Organizado por la Sociedad Geológica de España	Vitoria	5/7/2021	Luis Barranco Sanz	NACIONAL
Jornada de presentación de los planes de gestión del riesgo de inundación de las demarcaciones hidrográficas intercomunitarias de 2º ciclo (2022-2027). Organizada por la Dirección General del Agua	Madrid	16/9/2021	Antonio Jiménez Álvarez, Ana Isabel Fernández, Luis Barranco Sanz, Celia García Montañés, Ana Requena Rodríguez, Jose Moyano Capilla, Lara Incio Caballero, Mirta Dimas Suárez	NACIONAL
Semana Medioambiental Iberoamericana. Jornada sobre Avances en el saneamiento y tratamiento de aguas residuales: instrumentos y alianzas internacionales para impulsar el desarrollo	Online	23/9/2021	Ignacio del Río Marrero	INTERNACIONAL
XII Jornadas Españolas de Presas. Organizado por el Comité Español de Grandes Presas SPANCOLD	Las Palmas de Gran Canaria	27/9/2021	David López, Juan José Rebollo	NACIONAL
Jornadas de presentación de la Guía Técnica para la Selección y Diseño de Líneas de Tratamiento de Aguas Residuales de Bolivia	Online	La Paz, 29 de octubre. Cochabamba, 9 de noviembre. Sucre, 13 de noviembre. Oruro, 29 de noviembre.	Carlos López Monllor, Ignacio del Río Marrero	INTERNACIONAL

PARTICIPACIÓN EN CONGRESOS, JORNADAS Y SEMINARIOS

EVENTO	LUGAR DE CELEBRACIÓN	FECHA	ASISTENTES/ PONENTES	NACIONAL/ INTERNACIONAL
Taller de Trabajo anual sobre predicción estacional: "Predicción Estacional Invierno 2021-2022". Organizado por la Dirección General del Agua y AEMET	Online	19/11/2021	Mirta Dimas Suárez, Luis Barranco Sanz, Alberto Sánchez Gómez	NACIONAL
Webinar "Os recursos hídricos face às alterações climáticas: os fenómenos extremos". Organizado por la Secretaría Técnica del programa Interreg V-A POCTEP	Online	25/11/2021	José Moyano Capilla, Antonio Jiménez Álvarez	INTERNACIONAL
Jornada de Ingeniería del Agua 2021. El futuro de la ingeniería del agua. Organizada por la Universidad Politécnica de Madrid	Madrid	29/11/2021	Luis Balairón, David López	NACIONAL



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DE GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS