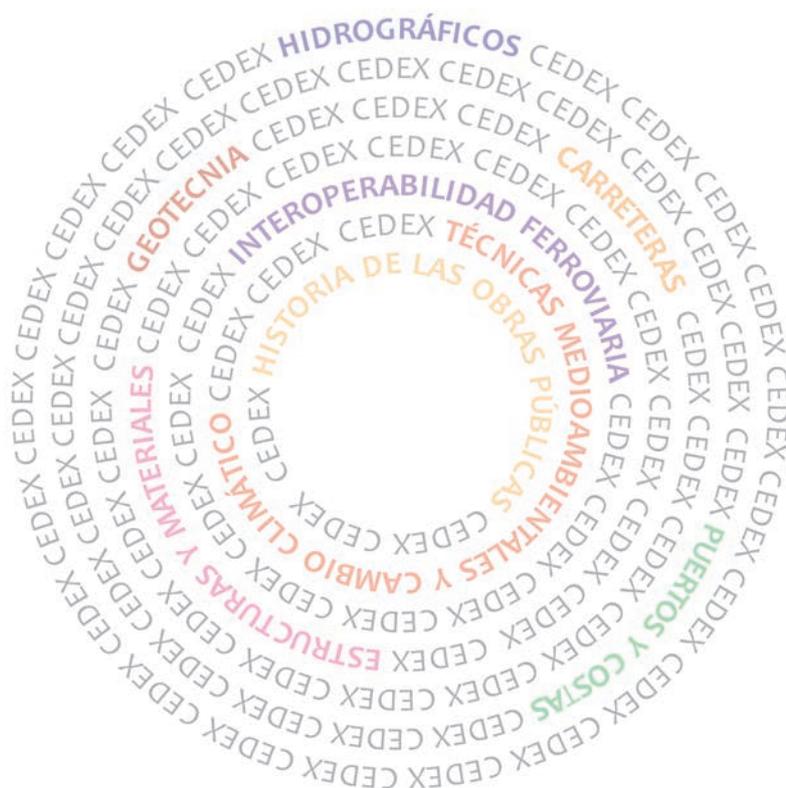




ACTIVIDADES TÉCNICAS Y CIENTÍFICAS 2018



ACTIVIDADES TÉCNICAS Y CIENTÍFICAS 2018



EDITA

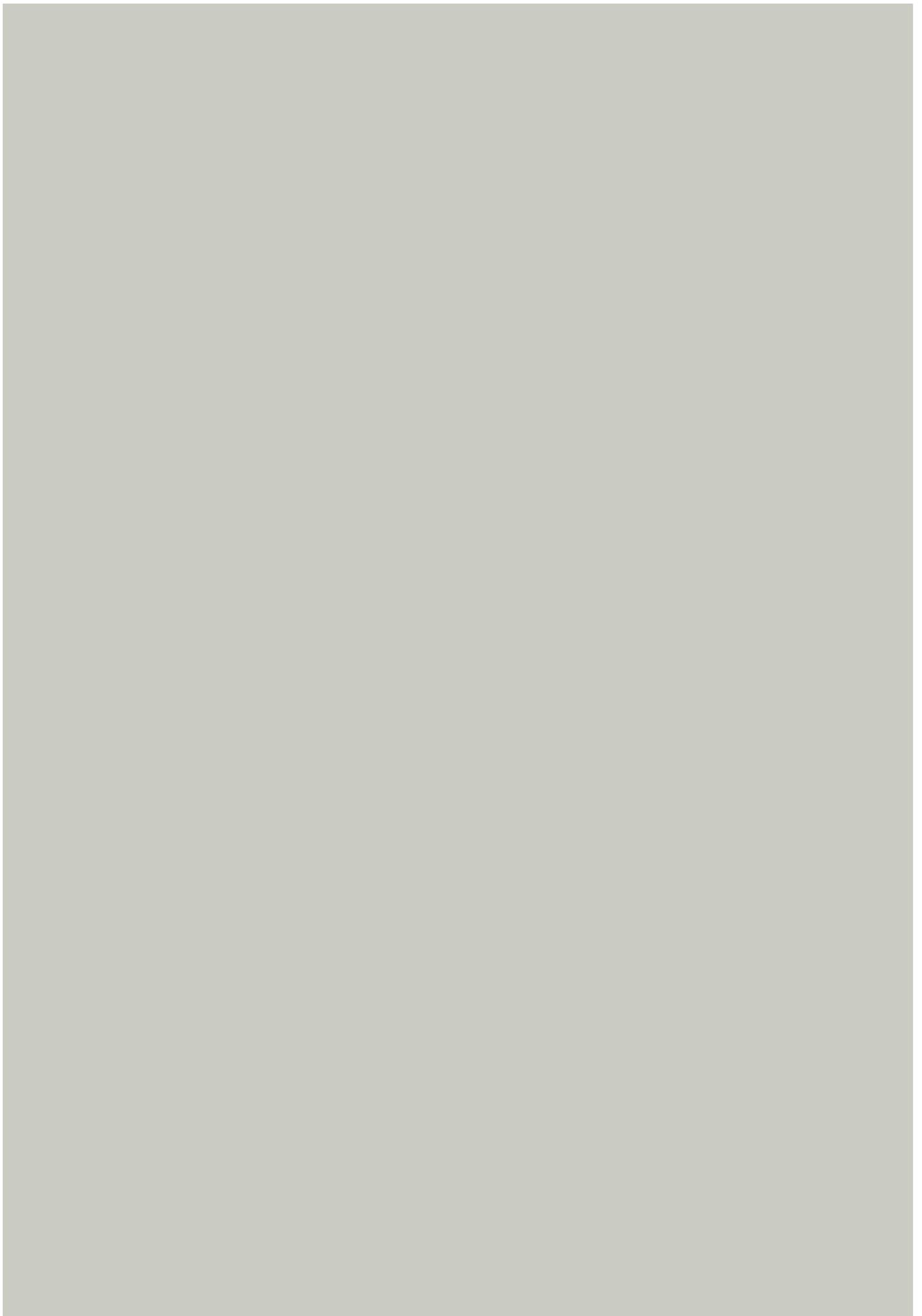
Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Fomento
@ 2019 CEDEX: Servicio de Publicaciones
<http://www.cedex.es>

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 forma ni en ningún medio, salvo en aquellos casos específicamente permitidos por la Ley.

NIPO: 163-19-003-2
ISSN: 1697-3555
Depósito legal: M-20620-2019

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| Presentación. Pedro Saura, <i>Secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda</i> | 5 |
| Presentación. José Trigueros Rodrigo, <i>Director del CEDEX</i> | 7 |
| CEDEX | 9 |
| Estructura | 10 |
| Adscripciones y Funciones | 10 |
| Órganos de Gobierno | 13 |
| Recursos | 15 |
| Recursos Humanos | 16 |
| Recursos Económico-financieros | 22 |
| Instalaciones singulares | 27 |
| Proyectos significativos | 55 |
| Actividad | 91 |
| Centro de Estudios Hidrográficos | 92 |
| Centro de Estudios de Puertos y Costas | 98 |
| Centro de Estudios del Transporte | 102 |
| Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas | 106 |
| Laboratorio Central de Estructuras y Materiales | 110 |
| Laboratorio de Geotecnia | 114 |
| Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria | 118 |
| Centro de Estudios de Históricos de Obras Públicas y Urbanismo | 120 |
| Transferencia del conocimiento | 125 |
| Formación | 126 |
| Publicaciones | 127 |
| Documentación y Red de Bibliotecas | 128 |
| Anejo. Detalle de la actividad | 131 |
| Máster, cursos, reuniones y jornadas CEDEX | 132 |
| Formación continua | 134 |
| Publicaciones CEDEX | 135 |
| Participación en congresos, jornadas y seminarios externos | 138 |
| Comités y asociaciones con representación del CEDEX | 141 |
| Visitas recibidas | 147 |
| Informes técnicos emitidos por el CEDEX | 155 |
| Acrónimos | 162 |



PRESENTACIÓN

PEDRO SAURA GARCIA

*Secretario de Estado de Infraestructuras,
Transporte y Vivienda del Ministerio de Fomento
Presidente del Consejo del CEDEX*



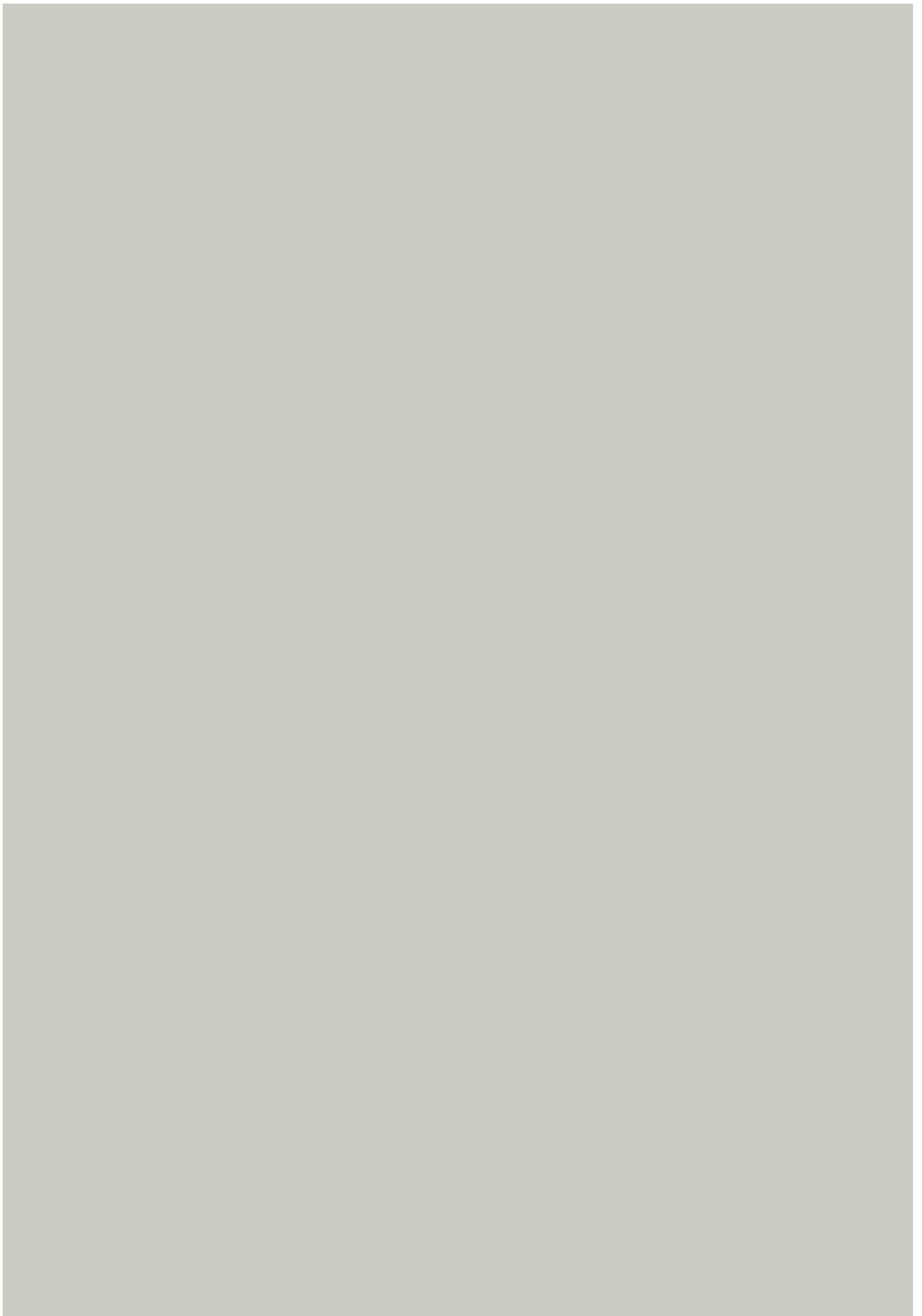
Desde la posición de privilegio que supone para mí presidir el órgano máximo de dirección del CEDEX así como ejercer su control de eficacia, quisiera subrayar el éxito con el que éste ha renovado en 2018 su estrategia sumándose a los “vectores del cambio” impulsados por los ministerios de Fomento y para la Transición Ecológica: la ampliación de la movilidad a ciudadanos y territorios, y la transición energética. Quisiera, además, felicitar al Organismo por haber sido referencia durante 2018, precisamente, en el impulso del tercer “vector del cambio” reconocido por la comunidad internacional e interiorizado por la Comisión Europea: la innovación y el desarrollo tecnológico.

Entrando en detalle, 2018 ha transcurrido en un marco en el que, de la mano de estos “vectores del cambio”, las instituciones nacionales e internacionales han consolidado, además, la concienciación ambiental. En este cambio de paradigma, atrás queda la visión de una Administración como proveedora de infraestructuras y servicios. En su lugar, se ha dado paso a políticas que planifican la movilidad en su conjunto demandando, además, la adecuación de las infraestructuras y servicios a las exigencias de sostenibilidad necesarias para enfrentarse al Cambio Climático. Sirva de ilustración de este nuevo marco internacional la filosofía que subyace en la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible impulsada por la Organización de Naciones Unidas (ONU) en la que se plantean los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En este sentido, es justo reconocer el esfuerzo del CEDEX durante 2018 por reorientar sus trabajos a aquellos Objetivos

de Desarrollo Sostenible directamente relacionados con la ingeniería civil, el medio ambiente y el cambio climático: industria, innovación e infraestructura; energía asequible y no contaminante; ciudades y comunidades sostenibles; agua limpia y saneamiento; acción por el clima; o vida de ecosistemas terrestres. Y, muy en particular, sus aportaciones a la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada recientemente impulsada por el Ministerio de Fomento.

Ante este nuevo panorama, los ministerios de Fomento y para la Transición Ecológica han reorientado sus estrategias durante 2018 adaptándolas a este nuevo marco. Las páginas de esta recopilación de Actividades Técnicas y Científicas 2018 están repletas de ejemplos que consolidan al CEDEX como brazo armado tecnológico de ambos ministerios durante esta nueva andadura. La aportación del Organismo se ha centrado en tres pilares: el impulso del conocimiento, su aplicación a la resolución de problemas concretos y la transferencia de conocimiento.

En consecuencia, debemos sentirnos orgullosos de que las aportaciones de base tecnológica del CEDEX al nuevo paradigma de las infraestructuras y sus servicios asociados han facilitado la adecuación de las políticas de Fomento y para la Transición Ecológica a las estrategias sostenibles asumidas por la comunidad internacional.



PRESENTACIÓN

JOSÉ TRIGUEROS RODRIGO

Director del CEDEX



Estas líneas tan solo pretenden servir de presentación de la labor realizada durante el año 2018 por las casi 400 personas que conformamos la plantilla del CEDEX.

La renovada ilusión de esta "plantilla" obedece, sin duda, al gran apoyo recibido por parte de los equipos directivos de los ministerios de Fomento y para la Transición Ecológica con el fin de que se pudieran culminar, con el éxito esperado, todas las tareas que en el campo de la I+D+i tiene, estatutariamente, comprometidas el Organismo.

El formato de este documento, *Actividades Técnicas y Científicas 2018* ha cambiado con respecto a años anteriores, ya que se ha querido resaltar y presentar de una manera exhaustiva las extraordinarias instalaciones singulares que hacen que el CEDEX sea referente nacional e internacional en todos los campos de la Ingeniería Civil. La singularidad de estas instalaciones hace que sean utilizadas, habitualmente, por ingenierías y empresas españolas, lo que constituye un claro ejemplo de colaboración público-privada.

Se han querido singularizar 32 trabajos técnicos e investigaciones de gran relevancia en los campos de la Ingeniería y del Medioambiente: pavimentos urbanos sostenibles; introducción de los efectos del cambio climático en la gestión de riesgos relacionados con las infraestructuras del transporte; corrección de patologías en el ámbito de las obras lineales; velocidad crítica de secciones ferroviarias; instalación de eurobalizas en vías con tres carriles; patologías en diques exentos portuarios; geomembranas utilizadas en impermeabiliza-

ción de balsas; mejora del régimen de caudales ecológicos; modelos físicos 3D con fondo móvil para el control de la erosión en playas; transporte de aerogeneradores marinos; control limnológico en lagos; así como la exposición "Tierra, agua, aire. 40 años de infraestructuras, transporte y vivienda al servicio de la sociedad española", son algunos de los proyectos significativos presentados en esta publicación.

También, se relata de forma resumida la actividad realizada por los distintos centros y laboratorios durante este año, quedando reflejada de forma exhaustiva, en las últimas páginas del documento, los informes técnicos emitidos, así como la participación en congresos, jornadas y seminarios, los cursos impartidos, las publicaciones realizadas, la representación en comités y asociaciones y las visitas recibidas.

Cabe destacar, dentro del capítulo Transferencia del Conocimiento, la realización del Curso sobre Tratamiento de Aguas Residuales y Explotación de Estaciones Depuradoras que se ha celebrado en su XXXVI edición y el Máster en Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica que se viene desarrollando desde 2012.

Por último, se ha de destacar la culminación del procedimiento administrativo llevado a cabo para la incorporación al Organismo de 54 investigadores, con categoría profesional de titulado superior en las diferentes ramas de la Ingeniería Civil, que vienen a reforzar la alta especialización técnica y asegurar la imprescindible continuidad en la gestión del conocimiento y el mejor aprovechamiento de las capacidades del potencial tecnológico existente en el CEDEX.

PLANNING

MARKETING

ÉXITO

ESTRATEGIA

CREAT

INNOVACIÓN

ANÁLISIS

VISIO

IDEAS

SOLUCIONES

CEDEX

INVESTIGACIÓN



CEDEX

ESTRUCTURA



ADSCRIPCIONES Y FUNCIONES

El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) es un Organismo Autónomo, Medio Propio* de la Administración General del Estado, de entre los contemplados en el apartado 1.a) del artículo 84 de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público, adscrito orgánicamente al Ministerio de Fomento, a través de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, y con dependencia funcional del Ministerio de Fomento y del Ministerio para la Transición Ecológica, en el marco de sus respectivas competencias.

El Organismo fue creado por Decreto de 23 de agosto de 1957. Los Estatutos del CEDEX, fueron aprobados por el Real Decreto 1136/2002, de 31 de octubre y modificado por los Reales Decretos (RD): RD 591/2005, de 20 de mayo; RD 364/2009, de 20 de marzo y RD 582/2011, de 20 de abril.

Asimismo, por Orden de 5 de noviembre de 1987, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, el CEDEX se declara, a los efectos señalados en el RD 2515/1986, de 21 de noviembre, como Centro Público de Investigación. Está legalmente reconocido como Organismo Autónomo de Investigación, de acuerdo con lo establecido en el RD 574/1997, de 18 de abril (modificado por el RD 560/2001, de 25 de mayo).

Ostenta la condición de agente de ejecución del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación de acuerdo con el artículo 3.4 de la Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. A tenor de lo dispuesto en la Disposición Adicional Primera en relación con el artículo 13 de la mencionada Ley, el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), en tanto que

Las funciones que realiza están recogidas en el Real Decreto 1136/2002, de 31 de octubre, por el que se aprueban los Estatutos del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas y se pueden agrupar en:

- Asistencia técnica especializada y de alto nivel, basada en muchas ocasiones en el ensayo y experimentación en equipos e instalaciones singulares.
- I+D+i en el ámbito de las obras públicas y del medio ambiente, con especial dedicación a la innovación.
- Formación, difusión y transferencia del conocimiento.

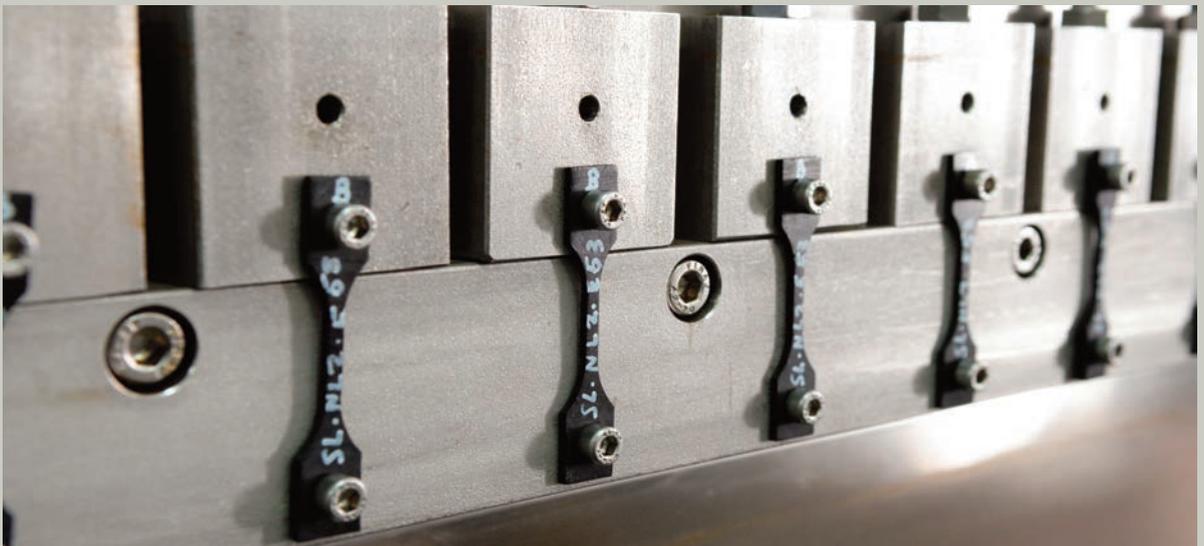
Organismo de Investigación de la Administración General del Estado dependiente del Ministerio de Fomento, realiza habitualmente actividad investigadora.

El Organismo atiende otras demandas de actividad procedente 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, dentro del marco de la Cooperación Española de Ayuda al Desarrollo.

* Nuevos Estatutos en tramitación.



Modelo reducido para estudio del aliviadero en laberinto de siete módulos para la presa de María Cristina, en Alcora (Castellón).



Ensayo de tracción de probetas para evaluar la resistencia al agrietamiento de polietileno, por esfuerzos medioambientales (Stress Cracking).



Simulador de maniobra de buques.

Comité de
Dirección
del CEDEX.



ÓRGANOS DE GOBIERNO

CONSEJO

Es el órgano que conoce y orienta las actividades del Organismo. De acuerdo con el Real Decreto 1136/2002, de 31 de octubre, por el que se aprueba el Estatuto del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, publicado en el BOE de 8 de noviembre, y modificado por los reales decretos: 591/2005, de 20 de mayo; 364/2009, de 20 de marzo; 638/2010, de 14 de mayo; y 582/2011, de 20 de abril.

Está integrado por los siguientes miembros:

Presidente

Secretario de Estado de Infraestructuras,
Transporte y Vivienda del Ministerio de Fomento

Vicepresidente

Secretario de Estado de Medio Ambiente del
Ministerio para la Transición Ecológica

Vocales por el Ministerio de Fomento

Subsecretario de Fomento
Director General de Carreteras
Director General de la Marina Mercante
Director General de Arquitectura, Vivienda y Suelo
Presidenta del Organismo Público Puertos del
Estado
Director de la Agencia Estatal de Seguridad
Ferroviaria (AESF)
Director del CEDEX

Vocales por el Ministerio para la Transición Ecológica

Subsecretaria
Director General del Agua

Directora General de Sostenibilidad de la Costa
y del Mar
Director General de Biodiversidad y Calidad
Ambiental
Directora General de la Oficina Española del
Cambio Climático

Secretario

Director del Centro de Estudios Hidrográficos del
CEDEX

COMITÉ DE DIRECCIÓN

Es el órgano que asiste al Director en la
coordinación y administración del Organismo. Está
integrado por los siguientes miembros:

Presidente

Director del CEDEX

Vocales

Director del Centro de Estudios Hidrográficos
Director del Centro de Estudios de Puertos y
Costas
Director del Centro de Estudios del Transporte
Directora del Centro de Estudios de Técnicas
Aplicadas
Director del Laboratorio Central de Estructuras
y Materiales
Director del Laboratorio de Geotecnia
Director del Laboratorio de Interoperabilidad
Ferroviaria
Secretaria del CEDEX

Secretario

Jefe de Relaciones Externas y Actividades
Comerciales





RECURSOS



RECURSOS

RECURSOS HUMANOS

La misión de CEDEX es ayudar a la resolución de los problemas tradicionales y emergentes de los Transportes, Aguas, Estructuras, Materiales, Geotecnia y Medio Ambiente, prestando servicios de alta especialización, contribuyendo al avance del conocimiento aplicado mediante el desarrollo de trabajos de Investigación, participando en grupos de trabajo y redes internacionales y sirviendo de canal de introducción y difusión de la innovación y aplicación temprana de tecnologías genéricas en sus campos de actividad.

El ejercicio de estas funciones requiere una dotación de personal de características singulares apoyada por un conjunto de recursos tecnológicos de primer nivel. Como aspectos característicos del personal del Organismo hay que destacar la componente vocacional para el trabajo con búsqueda de una mejora continua en un campo de especialización, lo que debe

aunarse con la flexibilidad requerida para dar respuesta a necesidades emergentes, así como la necesaria alta especialización científica y técnica.

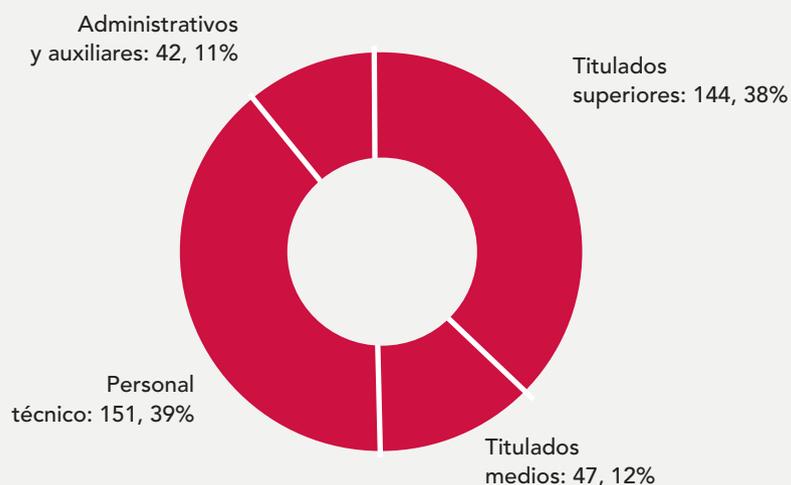
Una nota característica adicional es la integración pluridisciplinar en los equipos CEDEX de profesionales con diferentes formaciones: ciencias de la ingeniería y otras actividades técnicas, ciencias de la tierra, ciencia básica y la aún pendiente participación de ciencias sociales, que aportan visiones complementarias en el estudio de las cuestiones cada vez más complejas ligadas a los aspectos de planificación, desarrollo y gestión en los ámbitos del transporte, agua y medio ambiente.

Hay que destacar, asimismo, la necesidad de incorporación sostenida de personal que asegure la imprescindible continuidad en la gestión del conocimiento y el mejor aprovechamiento de las capacidades CEDEX.

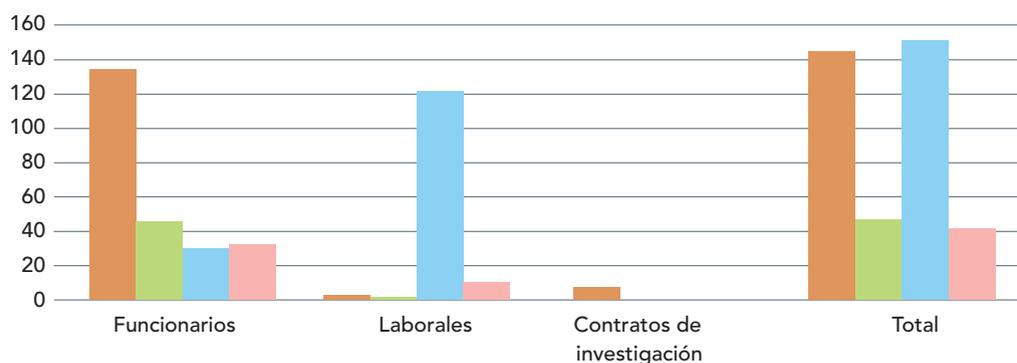
EFFECTIVOS DE PERSONAL POR CATEGORÍA Y TITULACIÓN A 31-12-2018

| | Funcionarios | Laborales | Contratados de investigación | Total | % |
|-------------------------------------|--------------|------------|------------------------------|------------|------------|
| Titulados | | | | | |
| Titulados superiores | 134 | 3 | 7 | 144 | 38 |
| Titulados medios | 46 | 1 | 0 | 47 | 12 |
| Personal técnico | 30 | 121 | 0 | 151 | 39 |
| Administrativos y auxiliares | 32 | 10 | 0 | 42 | 11 |
| TOTAL | 242 | 135 | 7 | 384 | 100 |

EFFECTIVOS POR TITULACIÓN



EFFECTIVOS POR CATEGORÍA Y TITULACIÓN



EFFECTIVOS DE PERSONAL POR GENERO A 31-12-2018

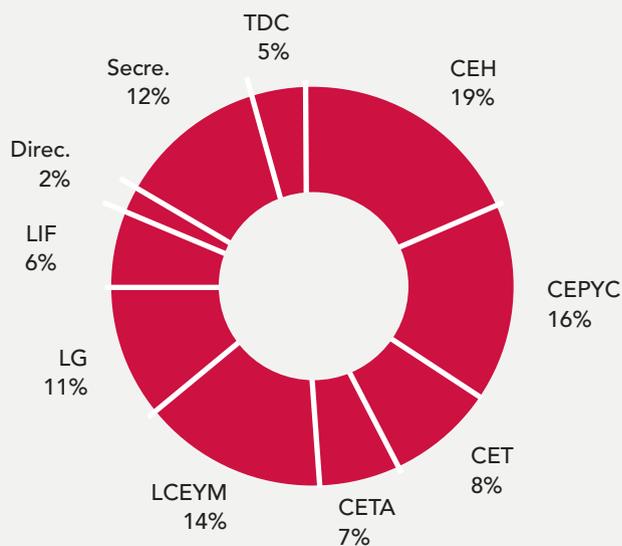
| | Mujeres | Hombres | Total | |
|------------------------------|----------------------|------------------|------------|-----|
| Titulados | Titulados superiores | 50 (35%) | 94 (65%) | 144 |
| | Titulados medios | 17 (36%) | 30 (64%) | 47 |
| Personal técnico | 38 (25%) | 113 (75%) | 151 | |
| Administrativos y auxiliares | 23 (55%) | 19 (45%) | 42 | |
| TOTAL | 128 (33%) | 256 (67%) | 384 | |

EFFECTIVOS DE PERSONAL POR CENTRO Y CATEGORÍA A 31-12-2018

| | CEH | CEPYC | CET | CETA | LCEYM | LG | LIF | DIREC. | SECRE. | TDC | TOTAL |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|
| Funcionarios | 49 | 38 | 17 | 17 | 25 | 22 | 17 | 6 | 35 | 16 | 242 |
| Laborales | 22 | 22 | 13 | 8 | 30 | 18 | 5 | 2 | 13 | 2 | 135 |
| Contratos de investigación | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| TOTAL | 73 | 61 | 30 | 25 | 55 | 43 | 23 | 8 | 48 | 18 | 384 |

CEH (Centro de Estudios Hidrográficos). CEPYC (Centro de Estudios de Puertos y Costas). CET (Centro de Estudios del Transporte). CETA (Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas). LCEYM (Laboratorio Central de Estructuras y Materiales). LG (Laboratorio de Geotecnia. LIF (Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria). DIREC. (Dirección). SECRE. (Secretaría). TDC (Transferencia del Conocimiento).

EFFECTIVOS POR CENTRO



PROCESOS SELECTIVOS MÁS RELEVANTES CONVOCADOS EN 2018

Escala de Técnicos Facultativos Superiores de Organismos Autónomos

Plazas convocadas para CEDEX:

OOAA del Ministerio de Fomento: acceso libre: 8, promoción interna: 7

OOAA del Ministerio para la Transición Ecológica: 3

Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Destinadas al CEDEX: 1

Cuerpo de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas

Destinadas al CEDEX: 1

Derechos y Políticas Laborales

Diálogo social y negociación colectiva

El Organismo participa en los distintos órganos de negociación existentes en el Ministerio de Fomento (MFOM) para la negociación con las organizaciones sindicales (Mesa Departamental, Subcomisión Delegada de la Comisión de Interpretación, Vigilancia, Estudio y Aplicación (CIVEA), Comisión de Acción Social, etc.).

Planes de igualdad e integración

En el artículo 51 de la *Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la Igualdad efectiva entre mujeres y hombres*, se fijan los criterios de actuación de las administraciones públicas, en el ámbito de sus respectivas competencias y en aplicación del principio de igualdad entre mujeres y hombres.

Políticas de igualdad

- Igualdad de género: El MFOM tiene un Plan de Igualdad propio que contempla la no discriminación y el abordaje de la violencia de género con medidas de apoyo a las víctimas, al que CEDEX está acogido debido a su naturaleza
- No discriminación por otras razones: edad, religión, raza, país, orientación sexual, afiliación sindical, etc.
- Atención a la discapacidad

Conciliación de la vida laboral, personal y familiar

Mediante la implantación de medidas de racionalización por:

- Jornadas y horarios flexibles, especiales o reducidas
- Permiso por nacimiento, adopción o acogimiento
- Permiso del progenitor diferente de la madre biológica por nacimiento, por guarda con fines de adopción o acogimiento y por adopción de un hijo

Acción social

El presupuesto de las Ayudas Sociales en 2018 ha ascendido a 63.400 €, sin incluir los Premios por Jubilación ni los costes de actividades extraescolares de los hijos de sus empleados.

Las solicitudes presentadas han sido 195, correspondientes a 281 ayudas tramitadas y materializadas en 269 ayudas concedidas.

De estas las más demandadas han sido:

- Estudios de los hijos, dotadas con 30.504 € para atender a 138 ayudas
- Tratamientos de salud del empleado, con 12.340 € a 59 ayudas
- Transporte, con 10.848 € a 42 ayudas

Salud, Seguridad e Higiene en el Trabajo

Promoción de la salud

A través de iniciativas, programas de promoción de conductas, prácticas saludables puestas en marcha o mantenidas por el Organismo como:

- Seguridad vial en invierno
- Día mundial sobre seguridad y salud en el trabajo
- Día mundial sin tabaco
- Campaña antigripal

Actividades preventivas

Realizando reconocimientos médicos a todo el personal y mediante la coordinación de actividades empresariales relativas a la seguridad de personal externo en visita al CEDEX o personal nuestro en visita a otras instituciones.

Seguridad

- Evaluaciones de riesgo
- Planificaciones preventivas, tanto en realización como en seguimiento
- Participación en formación preventiva
- Investigación de accidentes
- Asistencia a comités de seguridad y reuniones del MFOM
- Resolución de consultas realizadas por los centros y los delegados sindicales
- Simulacros de emergencias

PLANES Y PROGRAMAS DE FORMACIÓN

En el área de la Formación se ha continuado trabajando, como en ejercicios anteriores, con el objetivo de potenciar la transferencia de conocimiento, gestionando sus actividades en aras a desarrollar, por una parte, la formación permanente de sus empleados; y por otra, a facilitar la transferencia del conocimiento tecnológico entre los profesionales de la ingeniería civil.

Las actividades formativas se han plasmado a través de la formación continua, el máster, y en la organización de numerosos cursos y jornadas.

Las facilidades dadas para la promoción interna se han materializado en un Plan de Formación Continua, tiempo para formación y ayudas sociales.

GESTIÓN DE CALIDAD Y DE MEDIO AMBIENTE

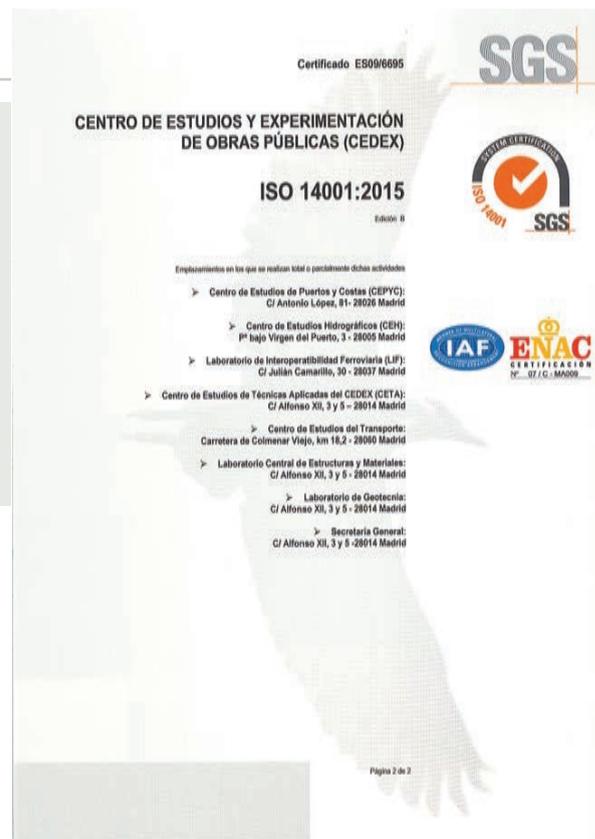
El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) se acreditó mediante la Norma EN ISO 14001:2004 entre los años 2009 y 2017 en todos sus centros.

Se ha renovado la acreditación del cumplimiento de los requisitos de la Norma EN ISO 14001:2015 con el número de certificado: ES09/6695. Se trata de un certificado multisede que comprende todos los centros CEDEX.

TRANSPARENCIA Y BUEN GOBIERNO

Las medidas específicas que se han puesto en marcha para favorecer la transparencia o mejorar el acceso a la información pública han sido:

- La puesta en marcha de los procedimientos asociados a la entrada en vigor de la Ley de Transparencia
- Desde 2013 se está procediendo a la publicación de los contratos en la Plataforma de Contratación del Sector Público, una vez adjudicado el mismo (Orden Comunicada de la Ministra de Fomento de 27 de junio de 2013)
- Se informa al MFOM periódicamente, mediante cuestionarios pautados, de la actividad realizada
- Se dan respuestas a las preguntas recibidas a través del Portal para la Gestión de las Solicitudes de Acceso a la Transparencia (GESAT) gestionado por el Ministerio



CÓDIGOS DE CONDUCTA

Códigos éticos específicos con los que cuenta el Organismo, siguiendo los protocolos del MFOM:

- Declaración de Principios en Prevención de Riesgos Laborales (PRL)
- Declaración de Principios en Materia de Acoso Laboral en CEDEX (AL)
- Declaración de la Política Medioambiental de CEDEX (GMA)
- Declaración de la Política de Calidad de CEDEX (Q)

Cuyos mecanismos para velar por su aplicación son:

- PRL: Sistema de Gestión de PRL integrado por el Servicio de Prevención Propio, el Comité de Seguridad y Salud y el conjunto de procedimientos de PRL
- AL: Protocolo de Acoso Laboral
- GMA: Sistema de Gestión Medioambiental implantado en CEDEX, conforme a ISO 14001
- Q: Sistema de Calidad CEDEX en laboratorios

GESTIÓN DE COMUNICACIONES

Comunicación externa

Principales canales:

- www.cedex.es, correo electrónico, atención al ciudadano del MFOM
- Atención telefónica, atención en bibliotecas, venta de publicaciones, atención a proveedores
- Resumen anual de actividades; Revista "Ingeniería Civil"; Cursos, jornadas, reuniones y otros eventos formativos

Comunicación interna

Principales canales:

- CEDEX informa, Intranet, correo electrónico y tableros de anuncios
- Resumen anual de actividades, Revista "Ingeniería Civil" y Boletín Bibliográfico de CEDEX
- Reuniones periódicas

RECURSOS ECONÓMICO-FINANCIEROS

EJECUCIÓN DEL PRESUPUESTO DE INGRESOS 2018

| CAPÍTULO | PRESUPUESTO FINAL | DERECHOS RECONOCIDOS | EJECUCIÓN % |
|---|-------------------|----------------------|-------------|
| 3. Tasas, precios públicos y otros ingresos | 12.914.000 | 5.965.048 | 46 |
| 4. Transferencias corrientes | 15.301.900 | 15.471.820 | 101 |
| 5. Ingresos patrimoniales | 1.550 | 167 | 11 |
| 7. Transferencias de capital | 990.000 | 908.991 | 92 |
| 8. Activos financieros | 557.750 | 20.080 | 4 |
| TOTAL PRESUPUESTO INGRESOS | 29.765.200 | 22.366.105 | 75 |

EJECUCIÓN DEL PRESUPUESTO DE GASTOS 2018

| CAPÍTULO | CRÉDITO FINAL | OBLIGACIONES RECONOCIDAS | EJECUCIÓN % |
|---------------------------------|-------------------|--------------------------|-------------|
| 1. Gastos de personal | 20.806.340 | 16.485.874 | 79 |
| 2. Bienes y servicios | 5.504.740 | 4.167.673 | 76 |
| 4. Transferencias corrientes | 155.800 | 89.149 | 57 |
| 6. Inversiones | 3.260.000 | 1.337.926 | 41 |
| 8. Activos financieros | 38.320 | 16.430 | 43 |
| TOTAL PRESUPUESTO GASTOS | 29.765.200 | 22.097.052 | 74 |

INGRESOS POR ACTIVIDAD. DISTRIBUIDO POR CENTROS Y DESTINATARIOS AÑO 2018 (SIN IVA)

| | CEH | CEPYC | CET | CETA | LCEYM | LG | LIF | TDC | Total | Destinatario/ Total % |
|--|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|--------------------------|
| Ministerio de Fomento* | 13.238 | 508.463 | 863.838 | 42.201 | 484.501 | 179.605 | 0 | 0 | 2.091.845 | 23 |
| Ministerio para la Transición Ecológica* | 3.221.879 | 887.444 | 0 | 267.964 | 68.894 | 89.527 | 0 | 0 | 4.535.709 | 51 |
| Resto Administración* | 277.347 | 0 | 3.863 | 329.968 | 52.002 | 21.220 | 0 | 0 | 684.399 | 8 |
| Resto Clientes Nacionales | 112.568 | 88.894 | 99.264 | 125.950 | 11.320 | 86.159 | 255.324 | 0 | 779.480 | 9 |
| Clientes Internacionales | 64.364 | 93.150 | 59.906 | 0 | 0 | 43.564 | 250.627 | 0 | 511.612 | 6 |
| Otros Clientes | | | | | 105.115 | 52.246 | 0 | 143.637 | 300.998 | 3 |
| TOTAL | 3.689.396 | 1.577.952 | 1.026.872 | 766.083 | 721.833 | 472.320 | 505.951 | 143.637 | 8.904.043 | 100 |
| % CENTRO/TOTAL | 41% | 18% | 12% | 9% | 8% | 5% | 6% | 2% | 100% | |

* Medio Propio.

Nota: La tabla refleja la totalidad de los derechos generados por la actividad desarrollada por los centros y laboratorios del CEDEX a lo largo del ejercicio 2018.

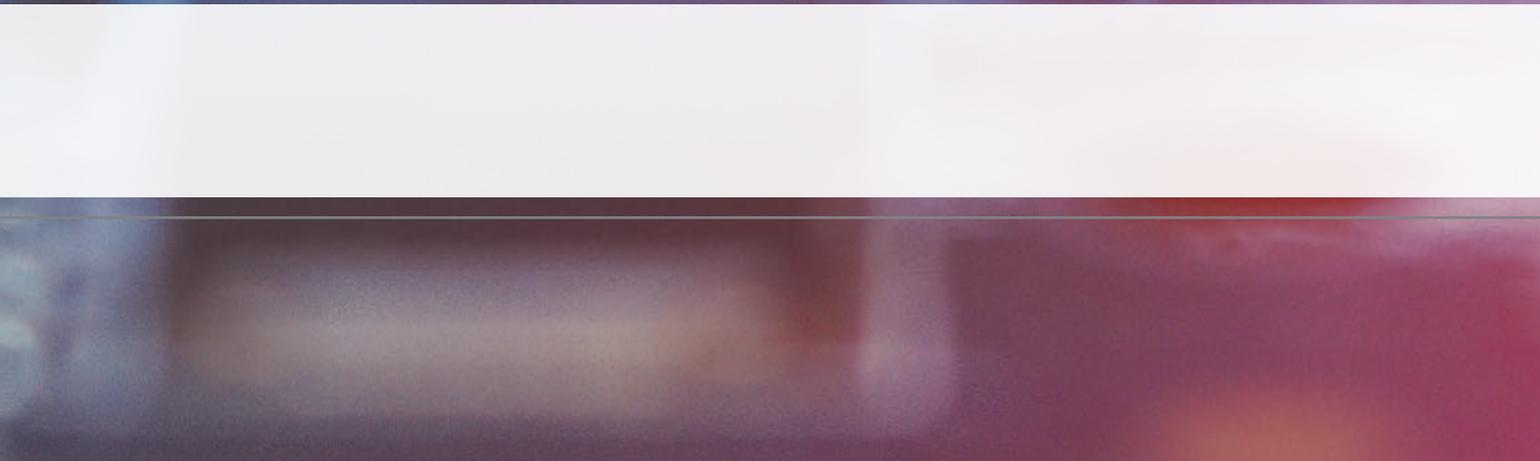
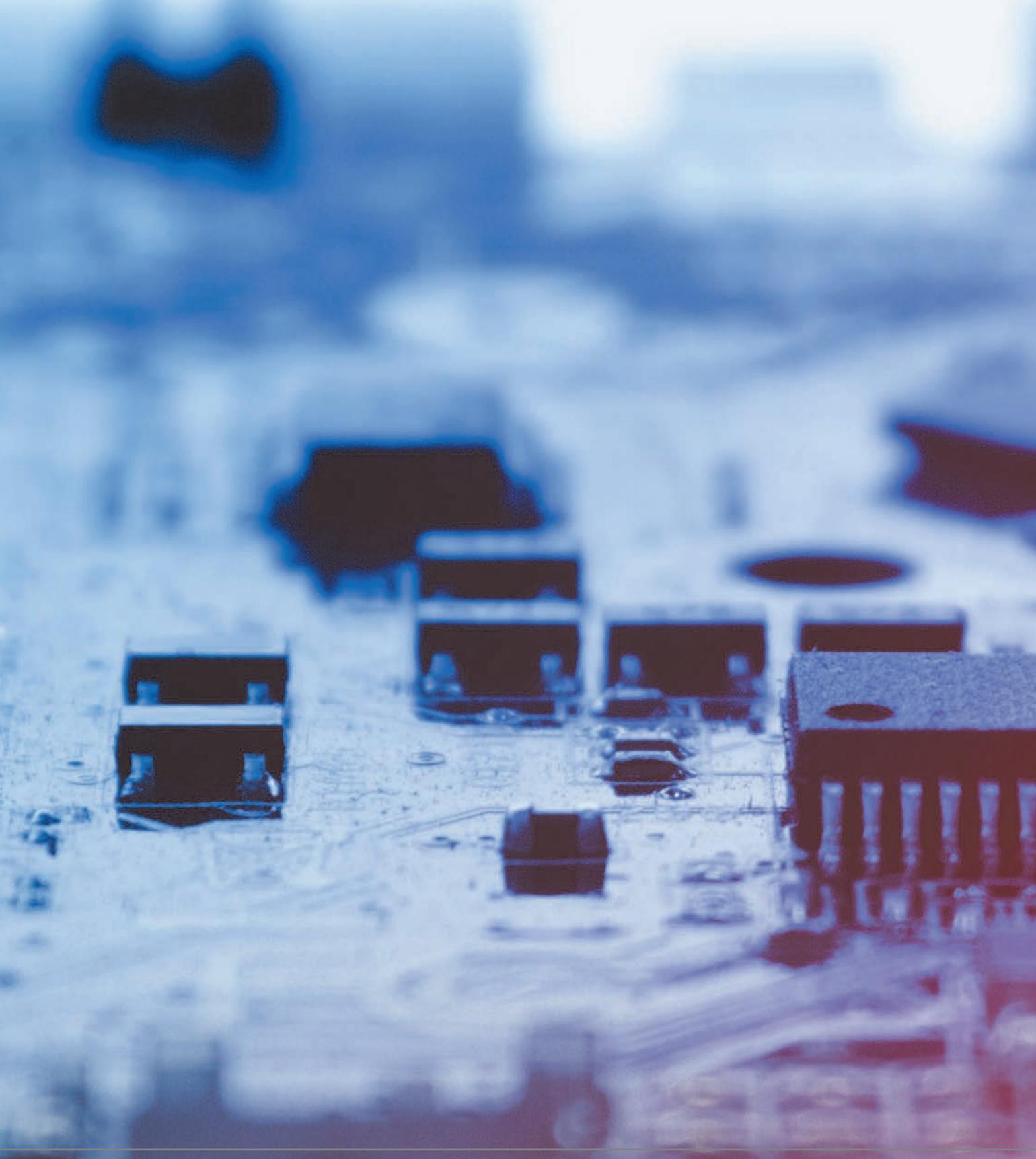
CEH (Centro de Estudios Hidrográficos).
 CET (Centro de Estudios del Transporte).
 LCEYM (Laboratorio Central de Estructuras y Materiales).
 LIF (Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria).

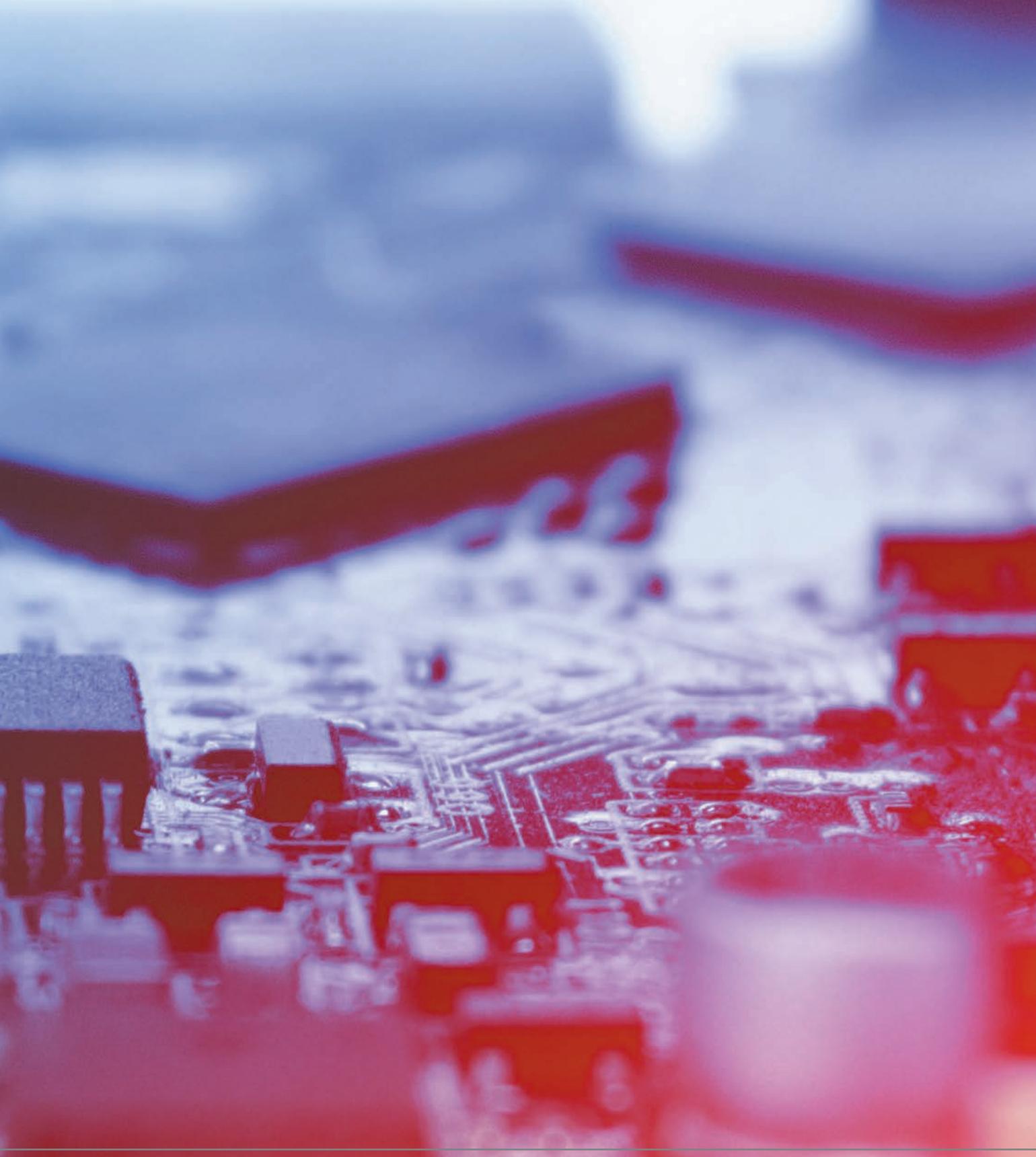
CEPYC (Centro de Estudios de Puertos y Costas).
 CETA (Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas).
 LG (Laboratorio de Geotecnia).
 TDC (Transferencia del Conocimiento).

BALANCE DE SITUACIÓN

| ACTIVO | 2017 | 2016 |
|---|--------------------|--------------------|
| ACTIVO NO CORRIENTE | 76.535.625 | 79.531.415 |
| Inmovilizado intangible | 682.395 | 1.186.885 |
| Aplicaciones informáticas | 682.395 | 1.186.885 |
| Inmovilizado material | 75.842.941 | 78.343.241 |
| Terrenos | 28.515.852 | 28.515.852 |
| Construcciones | 34.292.148 | 35.559.789 |
| Otro inmovilizado material | 12.953.770 | 14.200.511 |
| Inmovilizado en curso y anticipos | 81.171 | 67.088 |
| Inversiones financieras a largo plazo | 10.289 | 1.289 |
| Crédito y valores representativos de deuda | 10.289 | 1.289 |
| ACTIVO CORRIENTE | 26.256.631 | 25.486.211 |
| Deudores y otras cuentas a cobrar | 21.089.367 | 21.679.690 |
| Deudores por operaciones de gestión | 19.171.030 | 19.861.977 |
| Otras cuentas a cobrar | 241.659 | 337.904 |
| Administraciones públicas | 1.676.678 | 1.479.809 |
| Inversiones financieras a corto plazo | 4.469 | 14.880 |
| Créditos y valores representativos de deuda | 4.469 | 14.880 |
| Ajustes por periodificación | 2.182 | 6.762 |
| Efectivo y otros activos líquidos equivalentes | 5.160.613 | 3.784.879 |
| Tesorería | 5.160.613 | 3.784.879 |
| TOTAL ACTIVO | 102.792.256 | 105.017.625 |

| PATRIMONIO NETO Y PASIVO | 2017 | 2016 |
|---|--------------------|--------------------|
| PATRIMONIO NETO | 100.560.980 | 103.130.001 |
| Patrimonio aportado | 84.251.752 | 84.251.752 |
| Patrimonio generado | 16.209.203 | 18.736.896 |
| Resultados de ejercicios anteriores | 18.736.896 | 20.137.922 |
| Resultados de ejercicio | -2.527.693 | -1.401.027 |
| Otros incrementos patrimoniales pendientes de imputación a resultados | 100.025 | 141.353 |
| PASIVO CORRIENTE | 2.231.276 | 1.887.624 |
| Deudas a corto plazo | 423.426 | 249.369 |
| Otras deudas | 423.426 | 249.369 |
| Acreeedores y otras cuentas a pagar | 1.806.326 | 1.635.773 |
| Acreeedores por operaciones de gestión | 516.048 | 251.065 |
| Otras cuentas a pagar | 826.351 | 948.346 |
| Administraciones públicas | 463.927 | 436.362 |
| Ajustes por periodificación | 1.524 | 2.482 |
| TOTAL PATRIMONIO NETO Y PASIVO | 102.792.256 | 105.017.625 |





INSTALACIONES SINGULARES

LABORATORIO DE HIDRÁULICA

Contacto: luis.balairon@cedex.es

1. Nave I (1.800 m²) para la experimentación en modelo físico a escala reducida de estructuras hidráulicas en el ámbito de las aguas continentales. Estación fija de bombeo con una capacidad de 650 l/s.



2. Nave II (6.000 m²) para la experimentación en modelo físico a escala reducida de actuaciones fluviales. Estación fija de bombeo con una capacidad 450 l/s.



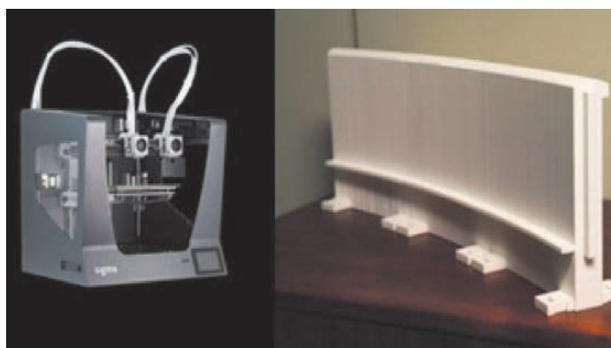
3. Escala de peces.

4. Canales de ensayo.

| | Canales pequeños basculantes | | | Canal mediano | Canal grande |
|---------------------|------------------------------|---------|---------|---------------|--------------|
| | Canal 1 | Canal 2 | Canal 3 | | |
| Longitud (m) | 6,10 | 7,50 | 12,00 | 50,00 | 100,00 |
| Anchura (m) | 0,25 | 0,25 | 0,40 | 1,00 | 1,50 |
| Altura (m) | 0,40 | 0,40 | 0,60 | 1,00 | 1,50 |
| Caudal máximo (l/s) | 25 | 25 | 50 | 250 | 2.500 |



Equipos de fotografía para reconstrucción 3D de modelos físicos.



Impresora láser.



5. Instalación para experimentación, aliviaderos escalonados y de aireación forzada en aliviaderos y optimización de cuencos.



6. Instalación para experimentación de protecciones en forma de cuña en presas de materiales sueltos.



7. Depósitos para ensayos de desagüe de fondo.



8. Instalación para el ensayo de aliviaderos especiales (laberinto, tecla de piano...).

Equipos e instrumentación

El Laboratorio de Hidráulica cuenta con todos los equipos necesarios para la realización de los modelos físicos reducidos así como para registrar las distintas variables hidráulicas. Se pueden destacar, entre otros, los siguientes equipos:

- Válvula motorizada de alta velocidad con control electrónico de cierre neumático inferior a 3 s
- Medidores de vorticidad
- Perfilómetro digital para obtención de secciones
- Equipos de fotografía para reconstrucción 3D de modelos físicos
- Equipos de toma de imágenes de alta velocidad con asistencia de luz láser para determinación de movimiento y velocidad de partículas PIV
- Conjunto de cámaras sumergibles y sistemas de visualización múltiple
- Equipo de medida de vibraciones con acelerómetros
- Equipos de adquisición de datos basados en bus PXI para toma de muestras en alta velocidad y elevada densidad de sensores
- Impresora láser (equipo de fabricación digital aditiva basado en termoplásticos para prototipado rápido)

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

Contacto: ana.m.alonso@cedex.es

Laboratorio general de calidad del agua

Análisis de compuestos químicos en agua y otras matrices hídricas.



Cromatografía iónica con valorador y detectores UV/VIS, conductivímetros y amperométrico para la determinación analítica de componentes mayoritarios presentes en las aguas (Cl).



Analizadores de carbono y nitrógeno total de muestras sólidas y líquidas (COT-NT).



Multianalizador de microflujo segmentado continuo para el análisis de formas nitrogenadas, fosforadas, cianuros, fenoles y detergentes.



Laboratorio de análisis de metales



Sistema de inyección de flujo en continuo (FIMS) y sistema de absorción atómica (AAS) para el análisis de Hg y de metales en aguas.



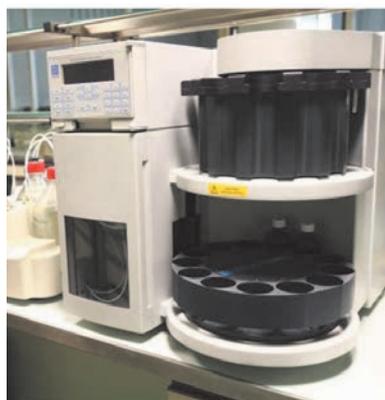
Espectrómetro de emisión atómica por plasma de acoplamiento inductivo y doble visión con nebulizador ultrasónico (ICP-OES). Análisis multielemental de metales.



Analizador de mercurio en muestras sólidas.

Laboratorio de análisis de compuestos orgánicos

Sistemas de extracción, sistemas de muestras y equipos de análisis de alta tecnología.



Extractor de solventes acelerados (ASE).



Extracción en fase sólida para muestras líquidas (Autotrace).



Sistema Power-Prep de fluidos automatizados para la extracción y purificación de muestras (dioxinas, PCB's, pesticidas, PAH's, etc.).



Cromatógrafo de gases de alta resolución con muestreador automático acoplado al Espectrómetro de masas de alta resolución (sector magnético) e impacto electrónico (HRGC/HRMS-EI).



Cromatógrafo de líquidos de alta resolución con detector de masas triple cuadrupolo de alta resolución y sistema E-quan de introducción directa de muestra líquida (HPLC/MS/MS).



Cromatógrafo de líquidos de alta presión con detectores de fluorescencia y Diodo Array y sistema de derivatización post columna Pickering (HPLC).

Cromatógrafo de gases acoplado a espectrómetro de masa cuadrupolar con purga y trampa (P&T/GC/MS).



EQUIPOS DE ECOLOGÍA ACUÁTICA

Contacto: manuel.toro@cedex.es

Equipos para trabajo de campo y toma de muestras



Plataforma de obtención de testigos de sedimento con corer de pistón y percusión.



Sonda multiparamétrica YSI EXO2.



Equipo de pesca eléctrica.



Embarcación con motor fueraborda ecosonda y mini-grúa para la utilización de diferentes tipos de tomamuestras para trabajos limnológicos en embalses, lagos y estuarios.



Sala de microscopía

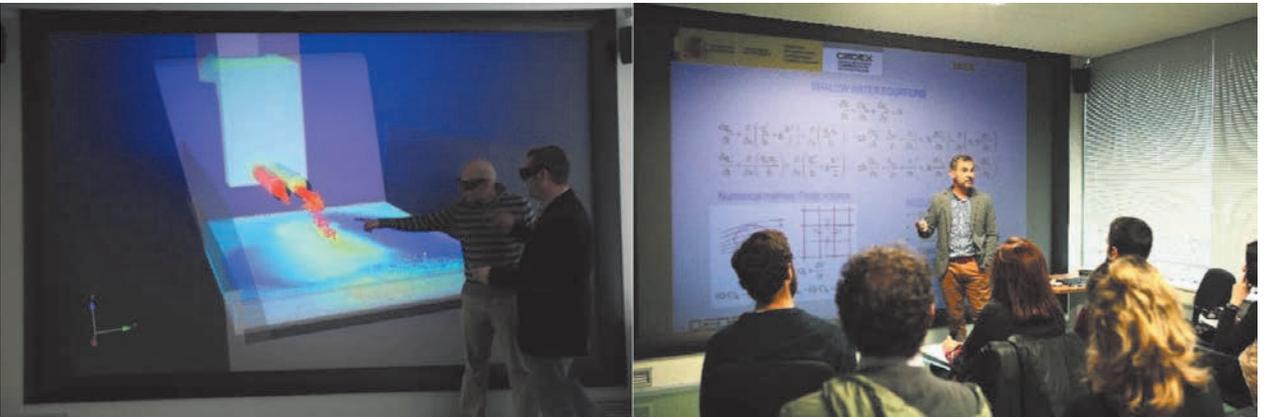
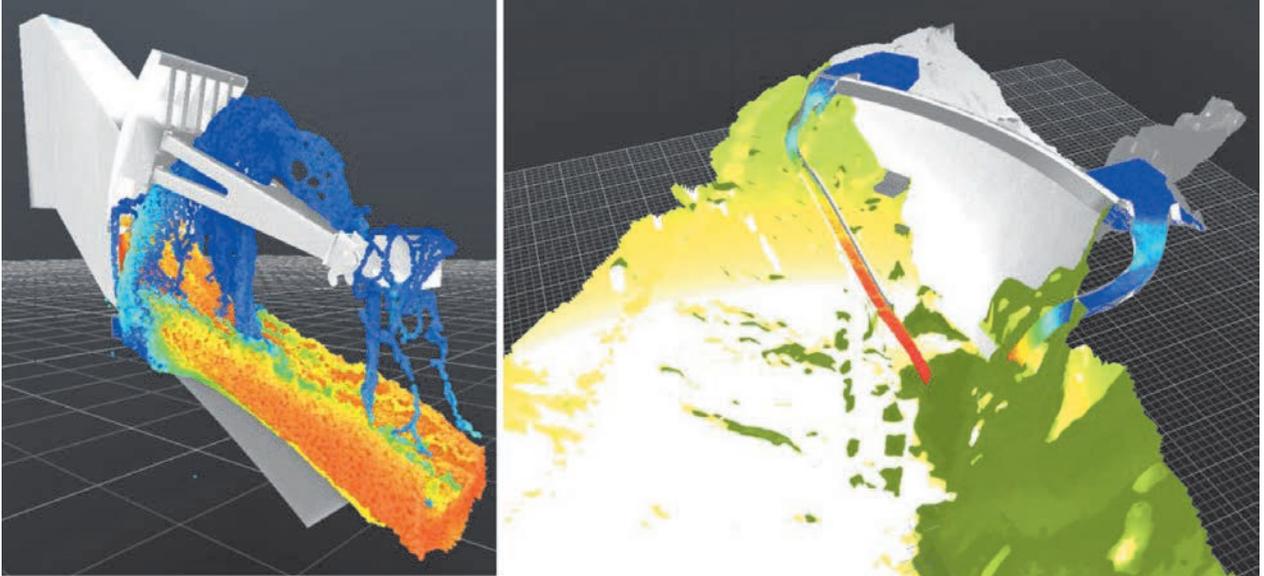
Microscopía óptica para análisis taxonómicos de organismos acuáticos con microscopios estereoscópicos e invertidos, acoplados a sistema de captación de imágenes y análisis digital, y sistema con incubador refrigerado, rotavapor y accesorios para bioensayos de toxicidad.

Microscopía electrónica. Microscopio electrónico de barrido ZEISS para determinaciones taxonómicas de organismos acuáticos.



SALA DE REALIDAD VIRTUAL

Contacto: david.lopez@cedex.es



Para la visualización de los resultados de modelos tridimensionales mediante técnicas estereoscópicas, el Centro de Estudios Hidrográficos dispone de una sala de realidad virtual, que facilita el análisis e interpretación de los resultados.

NAVE DE ENSAYOS EN MODELO FÍSICO A ESCALA REDUCIDA. LABORATORIO DE EXPERIMENTACIÓN MARÍTIMA

Contacto: jose.m.valdes@cedex.es

El Laboratorio de Experimentación Marítima del Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX cuenta con una Nave de Ensayos en Modelo Físico a Escala Reducida que alberga las grandes instalaciones para la realización de ensayos en modelo físico a escala reducida.



Vista general de la Nave de Ensayos. En primer plano un modelo 3D en construcción.

El Laboratorio de Experimentación Marítima alberga en su Nave de Ensayos las grandes instalaciones experimentales para ensayos en modelo físico a escala reducida del Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX, incluyendo dos instalaciones singulares de primer nivel mundial como son el Tanque de Oleaje Multidireccional y el Canal de Oleaje y Viento de Gran Escala.

La Nave tiene una superficie de 8,000 m², sin pilares intermedios, lo que permite su aprovechamiento flexible. Su actividad está soportada, en dependencias anejas, por talleres de mecánica, carpintería, electricidad, electrónica, instrumentación y de fabricación de piezas para los ensayos.

Las instalaciones permanentes de ensayo –tanques y canales– ocupan el perímetro de la Nave, dejando su zona central libre para modelos 3D temporales, de puertos playas y ambientales, construidos ad-hoc en función de las necesidades de cada caso.

Los tanques y canales de ensayo tienen su principal aplicación en ensayos de estructuras marítimas: diques de abrigo y muelles, terminales en mar abierto y estructuras offshore, instalaciones y equipos para generación de energías marinas (oleaje, mareas, viento y corrientes), fases constructivas y elementos singulares, así como estudios de ingeniería de costas mediante modelos físicos con fondo móvil.

En estas instalaciones se realizan además ensayos medioambientales, como son los de vertidos al mar de efluentes de plantas desaladoras y depuradoras, la influencia de la vegetación sobre el oleaje, o estudios de calidad del agua.

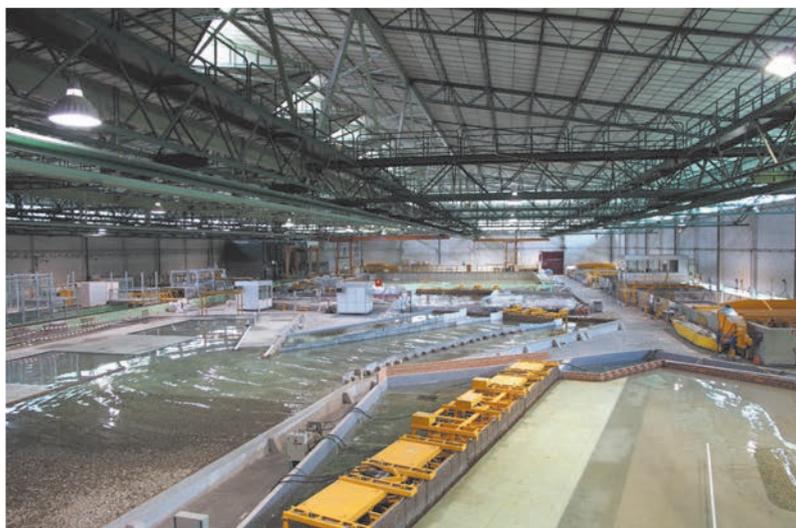
Nave de ensayos

Dimensiones: 115 x 71 x 8 m

Instalaciones fijas:

- Tanque de oleaje multidireccional de 34 x 32 x 1,60 m
- Canal de oleaje y viento a gran escala de 90 x 360 x 6 m
- Tanques de oleaje de 45 x 6,50 x 2 m y 35 x 6,50 x 1,30 m
- Canal de 36 x 3 x 1,50 m
- Canal de oleaje de 51 x 1 x 1,50 m
- Canal de oleaje y corrientes de 20 x 1,20 x 0,80 m

Espacio central de 4.000 m² para ensayos 3D de puertos, playas y ambientales



Vista general de la Nave de Ensayos. En primer plano dos modelos 3D en operación

El espacio central de la Nave, libre de instalaciones fijas, se utiliza para la realización de ensayos de agitación, onda larga y comportamiento de buques atracados a fin de comprobar y optimizar el diseño de la planta de instalaciones portuarias desde el punto de vista de su operatividad, asimismo también se emplea este espacio para el estudio de playas y para ensayos medioambientales.

La Nave está dotada de redes de distribución de agua, alimentadas desde dos depósitos subterráneos de 1.000 m³ cada uno para su reutilización en ensayos sucesivos, así como de redes de energía y de adquisición de datos y toda su superficie queda cubierta por varios puentes grúa de 1.500 kg para las tareas de construcción de los modelos y la ejecución de los ensayos. Dispone también de un conjunto de pasarelas elevadas para la observación cenital de los ensayos.



Vista de algunas instalaciones de ensayo: vertido de una desaladora y anque de Oleaje Multidireccional.

LABORATORIO DE CALIDAD DEL MEDIO MARINO

Contacto: ricardo.obispo@cedex.es

Líneas de trabajo

- Desarrollo de normativa ambiental y metodologías analíticas
- Seguimientos ambientales de actuaciones en el litoral
- Contaminación por microplásticos
- Calidad de arenas para regeneración de playas
- Caracterización de materiales de dragado
- Investigación y diseño de vertidos de estaciones desaladoras
- Contaminación por hidrocarburos. Investigación del origen de vertidos incontrolados
- Ensayos para la homologación de productos para la lucha contra la contaminación por hidrocarburos en el mar

Caracterización ambiental del entorno costero y portuario

Es un laboratorio altamente especializado en los aspectos singulares del entorno marino litoral y portuario, que constituye el soporte analítico primordial para la realización de los estudios desarrollados por el Departamento de Medio Marino del Centro de Estudios de Puertos y Costas, cuyas necesidades determinan la constante evolución de las líneas analíticas del propio laboratorio.

En las distintas dependencias en las que se subdivide (laboratorio general, espectroscopía, cromatografía y microbiología, y ecotoxicidad), se integra una amplia gama de instrumentación de última generación, necesaria para la resolución de todas aquellas determinaciones implicadas en la evaluación de aguas, sedimentos marinos y muestras biológicas.

SALA GENERAL

RECEPCIÓN, CONSERVACIÓN Y FRACCIONAMIENTO DE MUESTRAS:
Secado, homogenización, molienda, etc.

TRATAMIENTOS PREVIOS:
Digestiones ácidas y extracciones orgánicas, etc.

DETERMINACIÓN DE MICROPLÁSTICOS

MEDIDAS GENERALES:
Conductividad, Salinidad, Densidad, Granulometrías, Turbidez, Sólidos en suspensión, etc.



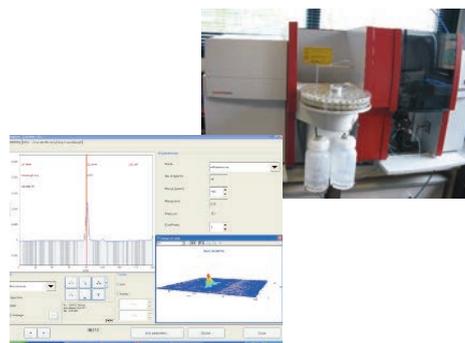
LABORATORIO DE ESPECTROSCOPIA

ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA: Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, As, Al...

FLUORESCENCIA ATÓMICA: Hg (ppt)

ESPECTROFOTOMETRÍA UV/VIS: nutrientes

CARBONO ORGÁNICO TOTAL (COT)



LABORATORIO DE CROMATOGRAFÍA

CROMATOGRAFÍA DE GASES/ MS/MS

CROMATOGRAFÍA DE GASES /FID

CROMATOGRAFÍA DE GASES /ECD

PCBs, PAHs, hidrocarburos, compuestos organoestánicos (TBT)

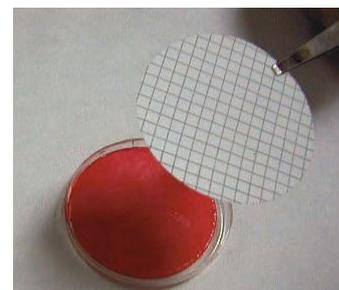


LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y TOXICIDAD

CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA
Coliformes fecales, Enterococos, Hongos...

ECOTOXICIDAD

Bioensayo de bioluminiscencia con *Vibrio fischeri*, TPT...



Laboratorio de calidad del medio marino.



Microplásticos.

SIMULADOR DE MANIOBRA DE BUQUES

Contacto: jose.m.montero@cedex.es



Vista general del puente principal del simulador del CEDEX.

Instalación singular que reproduce en tiempo real el comportamiento dinámico de un buque sometido a la acción del viento, el oleaje, la corriente y pilotado por personal náutico.

Este sistema de simulación cumple con los diferentes requerimientos de la convención STCW95 y ostenta la clasificación A (NAV) Det Norske Veritas, siendo capaz de simular plenamente cualquier operación de puente, incluida la capacidad de reproducir las maniobras más avanzadas en aguas restringidas. El sistema consta de un puente principal de navegación de categoría *full mission*, un puente secundario y 4 puestos de simulación implementados sobre otras tantas estaciones de trabajo. Sus principales características técnicas son:

Puente Principal

Dotado de:

- Elementos de gobierno y control: timón, telégrafo de órdenes a la máquina, control de *thrusters* y anclas, ayudas a la navegación: GPS, radar, VHF, comunicación interna y señales fónicas
- Datos: tacómetro, ángulo de timón, indicador de rumbo, corredera *doppler*, velocidad del buque, sonda, etc. Imagen de radar sintética generada por ordenador con prestaciones de radar ARPA
- Imagen exterior panorámica de alta resolución: 9 canales, pantalla cilíndrica envolvente de 270° de amplitud horizontal y 7,5 m de radio
- Sistema de proyección formado por 9 proyectores CRT de alta resolución

- Control del punto de vista: visión desde el puente, desde los alerones, mirando a popa, a "vista de pájaro" y binocular (configurada sobre uno de los canales)

Segundo Puente

Dotado de:

- Consola de maniobra para buques de propulsión ASD y de propulsión convencional, control de la propulsión y gobierno, control de cabos y amarras, control de *thrusters*, comunicación VHF y pantalla de radar ARPA
- Consola de maniobra para un remolcador de propulsión Voith-Schneider
- Imagen exterior panorámica de alta resolución: 3 pantallas planas de 120° de popa, a "vista de pájaro"

- Amplitud total horizontal, 3 proyectores LCD de 40° de amplitud horizontal
- Control del punto de vista: visión desde el puente, desde los alerones, mirando a popa y a "vista de pájaro"
- Pantalla de instrumentación: telégrafo convencional y azimutal, control del timón, GPS, etc.

Cuatro Puentes Auxiliares

(microsimuladores) dotados de: instrumentación digital, telégrafo convencional y azimutal, control de los timones, GPS, comunicación VHF y pantalla de plasma (42") compartida por los cuatro puestos para representación a "vista de pájaro"

Todos estos puentes son capaces de funcionar de forma sincronizada (por ejemplo, un piloto maneja el buque principal y otros los remolcadores que le están asistiendo, en un mismo entorno de navegación) o de modo independiente atendiendo a diferentes estudios simultáneamente.

Puesto de Control de la simulación

- Planificación de las maniobras, mediante la configuración de las

condiciones climáticas (oleaje, marea, viento y corriente) y de los parámetros de visibilidad (niebla, lluvia, nieve, noche y día)

- Implementación del modelo numérico de los buques
- Implementación del escenario de las maniobras

Aplicaciones informáticas

Para la generación de los modelos numéricos de los barcos, de los modelos visuales de los mismos y

de los modelos visuales 3D, 2D y de radar de los entornos de navegación

Aplicación informática AMBAR

Para el análisis de cada maniobra individual o de un grupo de maniobras realizadas en condiciones homogéneas aplicando métodos estadísticos

Tipos de estudios realizables

- Maniobras de acceso y salida de puerto y atraque de buques
- Navegación en general
- Análisis dinámico del comportamiento de buques fondeados
- Análisis de incidentes y accidentes marítimos
- Remolque de buques necesitados de asistencia y de estructuras flotantes, tales como aerogeneradores

Esta instalación ha sustituido desde 2002 a otro simulador puesto en operación en el CEDEX en 1992, y en ella se han realizado estudios de maniobra de buques prácticamente en la totalidad de los puertos del Sistema Portuario de Interés General, siendo los más significativos los siguientes:

- Diseño de desarrollos portuarios nuevos: puertos exteriores de Ferrol, Coruña, Gijón, etc.
- Ampliaciones o cambio de usos de sus instalaciones: puertos de Tarifa, Motril, Alicante, Castellón, Barcelona, Mahón, Las Palmas, etc. y algunos de fuera de España: Buenaventura y Cartagena de Indias (Colombia)
- Análisis del comportamiento de buques fondeados: Bahía de Algeciras, Bilbao, Las Palmas, Ría de Ares, Huelva, San Cibrao, etc.
- Análisis de incidentes y accidentes marítimos: varada de buques en la playa de El Saler, accidente de (FFC) Fast Forward Composites en Tarifa, varada del Cajonero *Agronauta* en la costa de Málaga, etc.
- Estudios de remolque de aerogeneradores: proyectos I+D+i CAPEMA y I+D+i TELWIND



Vista del puente secundario.

LABORATORIO DE APLICACIONES ISOTÓPICAS

Contacto: javier.rodriguez@cedex.es

http://www.cedex.es/CEDEX/LANG_CASTELLANO/ORGANISMO/CENTYLAB/CETA/LINEAS/07_REVIP.htm

El Área de Aplicaciones Isotópicas del CEDEX da apoyo al cumplimiento de tratados internacionales y directivas de la Unión Europea en el marco de la gestión del agua para la Dirección General del Agua (DGA) del Ministerio para la Transición Ecológica, y de la vigilancia radiológica del medio acuático para el Consejo de Seguridad Nuclear y la DGA. Desde 2012 está acreditado por la Entidad Nacional de Acreditación, según Norma UNE-EN ISO/IEC 17025, con N° 82/LE1955.

Actividades en calidad radiológica de las aguas

- Análisis de aguas continentales, marinas y de consumo humano
- Fondo radiológico de referencia
- Redes de vigilancia radiológica ambiental
- Normas de calidad en análisis radiológicos ambientales

Se dispone de un laboratorio de Química especializado en la preparación de las muestras de agua para adecuarlas a los requerimientos de medida de los diferentes ensayos.

El Laboratorio de Aplicaciones Isotópicas posee un conjunto de detectores con cadenas electrónicas de gran estabilidad y técnicas de cálculo, puestos a punto para la aplicación de las técnicas:

1. Centelleo sólido, para medida del índice de actividad alfa total
2. Contador proporcional, para medida del índice de actividad beta total
3. Espectrometría de absorción atómica, para medida de la concentración de potasio y el cálculo posterior del índice de actividad beta resto
4. Semiconductor de germanio ultra puro para espectrometría gamma y para determinación de la actividad de cesio-137 y radón-222
5. Centelleo líquido, para medida directa y por concentración electrolítica de la actividad de tritio
6. Cámara de ionización y espectroscopía alfa, para medida de radón-222 en aire y agua



Vista general del laboratorio de Química.



Espectrometría gamma de alta resolución.

En el laboratorio se emplea una combinación de metodologías para la determinación de las relaciones isotópicas de elementos ligeros que incluye la espectrometría láser para deuterio y oxígeno-18 en agua, la espectrometría de masas para deuterio y oxígeno-18 en agua y carbono-13 en el carbono inorgánico disuelto (CID), para el trazado de procesos de interés en **hidrología y geoquímica**.

Se utilizan además técnicas de datación mediante la medida por centelleo líquido de la actividad de tritio en agua previa concentración electrolítica y modelos geoquímicos para la datación mediante carbono-14 en el CID, para la estimación del tiempo de renovación de los recursos hídricos y de transporte de contaminantes en aguas subterráneas.

Actividades en isótopos ambientales en hidrología:

- Caracterización del ciclo hidrológico
- Modelos conceptuales hidrológicos
- Datación y tiempos de tránsito en masas de agua



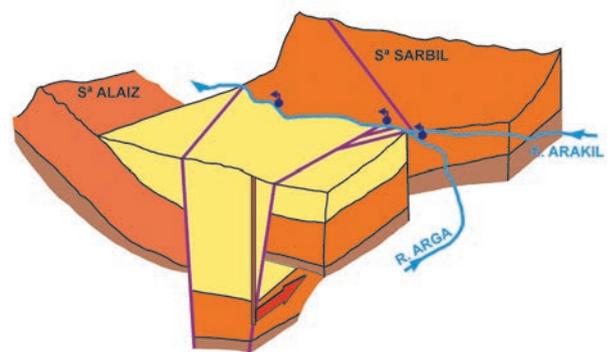
Espectrómetro de masas ligeras de doble entrada para la determinación de relaciones isotópicas.



Detalle de muestras para análisis de isótopos estables de la molécula de agua.



Pluviómetros de recogida de muestras de REVIP en el Laboratorio de Aplicaciones Isotópicas en Madrid.



Modelo tridimensional de salinización del medio hídrico por evacuación profunda de salmuera.

Red Española de Vigilancia de Isótopos en Precipitación (REVIP)

Gestionada por el CEDEX desde 2000 en colaboración con la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), genera información de referencia en estudios de hidrología isotópica en España con aplicación en la calibración de modelos de circulación global de la atmósfera, el estudio del cambio climático y del funcionamiento de ecosistemas y la seguridad alimentaria.

PISTA DE ENSAYO ACELERADO DE FIRMES A ESCALA REAL

Contacto: javier.perez@cedex.es / laura.parra@cedex.es



En la actualidad se están realizando los estudios previos para un proyecto de ampliación de la capacidad de ensayo de la pista mediante la duplicación de ejes de carga y el aumento de la velocidad sostenible en los ensayos. Además, se contempla la posibilidad de variación de los parámetros de la amortiguación para simular características específicas del tráfico en la pista de ensayo.

Vista general de la pista de ensayo de firmes a escala real.

Características

- 2 vehículos que simulan el tráfico real
- Neumáticos y suspensión convencionales
- Velocidad entre 0 y 60 km/h
- Carga aplicada de un semieje de 13 t. Variable entre 5,5 y 7,5 t
- Rueda gemela convencional o simple
- Sistema automático de cambio de posición transversal en movimiento (14 posiciones; ancho posible 1,0 - 1,4 m)
- Aplicación de 1.300.000 ejes equiv/año

Instalación del Centro de Estudios del Transporte (CET) del CEDEX, que permite la aplicación repetida y controlada de una carga, emulando las cargas del tráfico sobre la estructura de un firme real.

Consta de dos tramos rectos de 75 m unidos por dos tramos curvos de radio 25 m. Las secciones completas de firme se construyen en los tramos rectos de la pista, mientras que los tramos curvos se emplean para ensayos de capas de rodadura, tratamientos superficiales, pinturas, etc.

La respuesta de los firmes se recoge a través de más de 300 sensores (bandas extensométricas, LVDTs, células de carga, temperatura, humedad, succión) embebidos en las diferentes capas del firme y de la explanada. Durante cada ensayo se registran más de 3 millones de curvas que son analizadas y almacenadas en una base de datos.

Desde su inauguración en 1988, se han realizado distintos trabajos de estudio de secciones de firmes de carreteras, **destacando los realizados para la DGC del Ministerio de Fomento** para comprobar el funcionamiento estructural de los tipos de firmes recogidos en la instrucción de carreteras vigente (6.1. IC). También se han ejecutado **ensayos para proyectos europeos de investigación y ensayos para empresas privadas del sector.**

Aplicaciones: evaluación de la respuesta estructural bajo un proceso de acumulación de daño. Desarrollo y validación de modelos matemáticos de dimensionamiento de firmes.



Los ensayos en la pista son ideales para ensayar nuevos materiales y nuevas soluciones constructivas antes de su implantación en tramos reales.

SIMULADOR SÍSMICO CON SEIS GRADOS DE LIBERTAD

Contacto: eduardo.lopez@cedex.es

Ensayos que se realizan:

- *Sísmicos de estructuras*
- *De análisis modal para determinación de frecuencias*
- *De barrido de frecuencias*
- *De señal aleatoria para fatiga de material ferroviario.*

Dimensiones: 3x3 m

Grados de libertad: 6

Actuadores:

- 4 verticales de 147 kN
- 4 horizontales de 147 kN

Masa máxima modelo: 10 t

Frecuencia máxima: 60 Hz

Máximo desplazamiento vertical: ±50 mm

Máximo desplazamiento horizontal: ±100 mm

Dentro del campo de la ingeniería sísmica es de importancia fundamental la realización de estudios experimentales del comportamiento de elementos o modelos estructurales.

El simulador sísmico de seis grados de libertad, **instalación única en España con estas características**, instalado en el Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEYM) del CEDEX, permite la aplicación sobre una plataforma de acero de 3x3 m, sobre la que se instala el elemento a ensayar, de una acción consistente en un movimiento espacial, definido en función del tiempo por sus seis componentes lineales y angulares.

Ello se consigue mediante la actuación sobre la plataforma de cuatro actuadores hidráulicos verticales y otros cuatro horizontales. Todo este sistema está servocontrolado y optimizado para conseguir que las diferencias entre las componentes del movimiento que se quiere aplicar y el realmente conseguido sean mínimas.

La excitación sísmica aplicada al simulador puede definirse mediante un fichero externo o sintetizarse numéricamente a partir de un espectro de respuesta compatible o por leyes de amplitudes y fases prefijadas. Entre otros ensayos, cabe destacar: el de la Antena de radar para el portaaviones Juan Carlos I (INDRA-Ministerio de Defensa); las pruebas sísmicas para el proyecto de Almacenamiento nuclear seguro ante terremotos (ANSTER); colaboraciones con universidades y fundaciones para la realización de ensayos sísmicos; ensayos para la Red Sísmica Nacional; Protección Civil; ensayos de vibración y choque de equipos ferroviarios.



Ensayo sísmico de una estructura a escala real.



Ensayo de vibración y choque en un equipo convertidor para ferrocarril.

LABORATORIO DE PERMEABILIDAD DEL HORMIGÓN

Contacto: victor.lanza@cedex.es / pilar.alaejos@cedex.es



Vista general de la nave de permeabilidad.

El estudio de la permeabilidad del hormigón es decisivo para determinar su comportamiento frente a ambientes agresivos, de acuerdo a la Instrucción EHE-08. Asimismo es un factor importante en hormigones empleados en obras hidráulicas (presas, canales, depósitos, etc.), por lo que con esta nueva dotación se podrán abordar nuevos ensayos para el estudio en profundidad de estos hormigones.

Gracias a las obras de mejora, la nave de permeabilidad del hormigón cuenta con equipamientos que garantizan un control adecuado de las condiciones termo-higrométricas de la sala.

La ampliación de la instalación con un equipo de penetración de agua a presión fabricado a medida facilita realizar ensayos simultáneos en ambas caras de la probeta. Este **equipo es único en España** y va a permitir investigar el efecto que tiene la puesta en obra sobre la durabilidad del hormigón, aspecto

que tiene una gran influencia según ha quedado constatado en obras reales ya estudiadas, en las que se han producido fenómenos como la retracción o la exudación del hormigón que han afectado a la calidad del recubrimiento.

La adquisición de una célula Hoek para realizar ensayos de permeabilidad directa en el hormigón a alta presión, complementa a las ya existentes en el laboratorio, que permiten realizar este tipo de ensayos pero sólo en hormigones de elevada porosidad. Con la célula nueva, podrán obtenerse también valores del coeficiente de permeabilidad en hormigones de elevada resistencia.



Equipo de penetración a doble cara.

Equipo de Penetración de Agua:

- 10 unidades de ensayo por ambas caras
- Probetas desde 100 a 200 mm de diámetro y altura variable, hasta 300 mm

Equipo de Permeabilidad:

- 8 puestos para probetas de 150 mm de diámetro, con presión máxima de trabajo de 15 bares
- 1 puesto a alta presión, con célula Hoek de 54,74x100 mm y presión máxima de 35 bares

CEDEX-OPERADOR DE DRONES

Contacto: ismael.carpintero@cedex.es

Las operaciones para las que inicialmente se ha habilitado al CEDEX son: la adquisición de imágenes y vídeos en levantamientos aéreos y la inspección de infraestructuras.



Registro con imágenes aéreas de una prueba de carga dinámica de un paso superior sobre la A5.



Matrice 600 pro

Hexacóptero

Doble estación de control en tierra

Cámara micro 4/3 Zenmuse X5

(Zoom óptico con focal equivalente 28-84 mm)

Tiempo de vuelo: 38 minutos aprox.

Masa máxima al despegue: 15,5 kg

Capacidad de carga: 5,5 kg



Phantom 4

Cuadricóptero

Peso (batería y hélices incluidas): 1,3 kg

Tiempo de vuelo máx: 28 min. aprox.

Posicionamiento por visión artificial

El CEDEX se ha dado de alta como Operador de Drones para su utilización **como apoyo a los trabajos de campo** que se llevan a cabo desde las distintas áreas de actividad del Organismo: inspección de infraestructuras, análisis de movimientos de ladera, estudio de erosiones y dinámica litoral, análisis de vegetación y corrientes subterráneas con imágenes multispectrales, estimación de la velocidad en corrientes de agua, etc. La organización del operador se ha materializado de forma transversal, de manera que todos los centros y laboratorios cuentan con un representante del operador y al menos con un piloto. De este modo se optimizan los recursos y se coordinan las inversiones de cara a poder prestar el mejor servicio posible.

El CEDEX dispone actualmente de dos aeronaves: una de propósito general, de tamaño reducido y muy manejable; y otra de mayores prestaciones y dimensiones con capacidad de carga para poder embarcar sensores de distinto tipo en función de la operación que se vaya a realizar.

Complementando estas operaciones con la **restitución fotogramétrica**, por un lado se facilita la adquisición de información en campo sobre el terreno y su entorno; y por otro, se complementan los medios de acceso disponibles para la inspección de infraestructuras, como el camión pasarela, solventando las limitaciones existentes hasta ahora. El planteamiento del operador pasa por incrementar de manera paulatina las habilitaciones y equipos disponibles para poder ampliar el actual ámbito de actuación potencial.

LABORATORIO DE EUROCABINA

Contacto: jorge.iglesias@cedex.es

El Laboratorio de Eurocabina del Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX ha sido el primer laboratorio europeo que ha llevado a cabo la ejecución de ensayos de certificación del equipo embarcado o EVC del ERTMS.

Como consecuencia del proyecto EMSET, y utilizando inicialmente los simuladores desarrollados en dicho proyecto, el CEDEX creó el Laboratorio de Eurocabina que ya en los años 2004-2005 efectuó la primera campaña europea de ensayo de la interoperabilidad de equipos embarcados ERTMS o EVC (European Vital Computer) de todos los fabricantes europeos.

Desde 2005, el CEDEX **lidera el grupo europeo** encargado de la redacción de la Especificación de Ensayo del ERTMS (Subset 076) que contiene el conjunto de ensayos a los que se debe someter este equipo para demostrar el cumplimiento de las Especificaciones de Requisitos del Sistema (Subset 026) de la Especificación Técnica de Interoperabilidad relativa al subsistema de Control, Mando y Señalización ERTMS.

Por el laboratorio de Eurocabina **han pasado todos los fabricantes europeos** de ERTMS: Alstom, Ansaldo, Bombardier, CAF y Siemens, por lo que se ha convertido en el referente europeo, habiéndose acreditado por ENAC de acuerdo a la norma 17025 en 2010.



LABORATORIO DE EUROBALIZA

Contacto: jorge.iglesias@cedex.es

El Laboratorio de Eurobaliza del Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX ha sido el primer laboratorio europeo acreditado para la ejecución de los ensayos de Certificación de Eurobalizas y Antenas de ERTMS.

Como consecuencia del primer proyecto europeo de demostración de la interoperabilidad ferroviaria (Proyecto EMSET) que coordinó el CEDEX, se creó el primer laboratorio de Eurobaliza europeo, acreditado en 2005 por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC), para la ejecución de los ensayos de Eurobaliza y Antena/BTM de acuerdo a la norma Europea descrita en el Subset-085 de la Especificación Técnica de Interoperabilidad relativa al subsistema de Control, Mando y Señalización.

Este laboratorio que **ha sido durante años el laboratorio de referencia europeo**, ha ensayado equipos de casi una veintena de suministradores de todo el mundo y está acreditado y/o capacitado para ejecutar los siguientes ensayos:

- “Test Specifications for Eurobalis FFFIS”: Eurobalise and Antenna/BTM tests. Subset-085
- Subset-103 ‘Test Specification for Euroloop’
- Subset-116 ‘Eurobalise On-board Equipment, Susceptibility Test Specification’

El laboratorio **participa también en estudios especiales** como la viabilidad de la eurobaliza para vías de tres carriles, y está inmerso en varios proyectos europeos de utilización del sistema satelital Galileo para la implantación de balizas “virtuales” en las líneas ERTMS.



LABORATORIO DE SIMULACIÓN DE TRÁFICO ERTMS

Contacto: jorge.iglesias@cedex.es

De esta forma, se ejecutan las pruebas funcionales de ERTMS siendo el intercambio de información entre vía y tren idéntico al del entorno real. Mediante esta herramienta se consigue la depuración completa de todo el sistema antes de su despliegue en la línea real, con el consiguiente ahorro de tiempo y dinero.

El Laboratorio de Simulación de Tráfico ERTMS (European Rail Traffic Management System) del Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX, ha sido el **primer laboratorio europeo que ha llevado a cabo ensayos de líneas reales ERTMS N1 y N2 en laboratorio.**

Con el objetivo de dar soporte a ADIF y RENFE OPERADORA en el proceso de puesta en servicio de nuevas líneas y trenes equipados con el ERTMS, el Laboratorio de Simulación de Tráfico proporciona la posibilidad de ensayar la funcionalidad e interoperabilidad de la línea mediante la ejecución de la batería de ensayos necesarios para la puesta en servicio de la misma.

Esto se consigue mediante la introducción en el laboratorio de los componentes de vía ERTMS Telegramas de balizas en N1 y RBC (Radio Block Center) en N2 y su conexión al Simulador de Tráfico que simula la topología de vías, desvíos, circuitos de vía y señales de la línea.

En paralelo se integra el equipo embarcado ERTMS o EVC (European Vital Computer) que se conecta al simulador del movimiento del tren del laboratorio.



En el Laboratorio de Simulación de Tráfico se han depurado las principales líneas españolas equipadas con ERTMS (Madrid-Valencia, Valladolid-Burgos-León, Olmedo-Zamora, Cercanías Madrid, etc.) pero también líneas de otros países (Arabia Saudí, Bélgica o Senegal).

Laboratorio de Simulación de Tráfico ERTMS.



CAJÓN FERROVIARIO

Contacto: jose.estaire@cedex.es

Esta instalación, única en el mundo, permite, en tan sólo una semana de trabajo en el laboratorio, determinar el efecto que tiene el tráfico anual de trenes en una sección de vía real.



Vista general del cajón ferroviario.

Características de los actuadores

| | | |
|------------|-----------------|-------------------------|
| Actuador | Servohidráulico | Piezoeléctrico |
| Simulación | Paso de trenes | Defecto carril y ruedas |
| Carga max. | 250 kN | 20 kN |
| Frecuencia | 50 Hz | 300 Hz |

Instalación de 21 m de longitud, 5 m de anchura y 4 m de profundidad que permite ensayar a escala 1:1 secciones completas de vías férreas convencionales y de alta velocidad.

El paso de trenes se simula con tres pares de actuadores servohidráulicos colocados sobre los carriles. También se simula el efecto de los defectos del carril y de la ruedas mediante actuadores piezoeléctricos. Se pueden **simular trenes de pasajeros y de mercancías con velocidades de hasta 420 km/h.**

Tipos de ensayos realizables

- Simulación de paso de trenes hasta 420 km/h
- Vías en balasto y vías en placa
- Ensayos estáticos y de fatiga con aplicación de 1 millón de ejes
- Ensayos de resistencia lateral de vía

La respuesta de la vía se recoge a través de unos 150 sensores (LVDTs, geófonos, acelerómetros, láser, células de presión) localizados en los elementos de la vía (carril, traviesa) y en las diferentes capas de la sección ferroviaria (balasto, subbalasto, capa de forma, terraplén).

El sistema de adquisición de datos permite recoger información, en tiempo real, de más de 150 canales de forma simultánea.

Desde su inauguración en 2004, los trabajos más importantes que se han llevado a cabo en el cajón ferroviario, dentro de proyectos europeos, han sido:

- Determinación de curvas de fatiga en balasto y subbalasto. **Permite modificar el mantenimiento de la capa de balasto**



Detalle de sensores en la vía.



Dos secciones de ensayo distintas dentro de la misma instalación.
En primer plano vía en placa, al fondo vía en balasto.

Proyectos Europeos
en los que ha intervenido
el CFC



- Análisis del espesor óptimo de la capa de subbalasto bituminoso.
Se disminuyó de 20 a 8 cm la capa de subbalasto bituminoso
- Estudio de la propagación de vibraciones a través del terraplén.
Garantiza el uso de mantas bajo traviesa para evitar vibraciones
- Efecto de la contaminación con arena en el comportamiento del balasto.
Análisis del comportamiento de la capa de balasto contaminada con arena
- Ensayos de comportamiento mecánico en prototipos de vías en placa.
Detección de posibles problemas en los prototipos ensayados
- Efecto de la muy alta velocidad en el comportamiento mecánico de vías.
Ayuda al diseño de futuros proyectos de líneas de alta velocidad a 400 km/h

Vía contaminada con arena del desierto.



CAJA DE CORTE DIRECTO PARA MATERIALES DE GRANDES TAMAÑOS

Contacto: m.eugenia.martin@cedex.es



Vista general del equipo de corte directo de 1x1 m del Laboratorio de Geotecnia del CEDEX.

Características principales

- Lado: 100 cm
- Altura máxima de la caja de corte: 120 cm
- Tensión normal máxima: 1000 kPa
- Tensión tangencial máxima: 1000 kPa
- Diámetro máx. de partícula: 200 mm (depende de la norma)

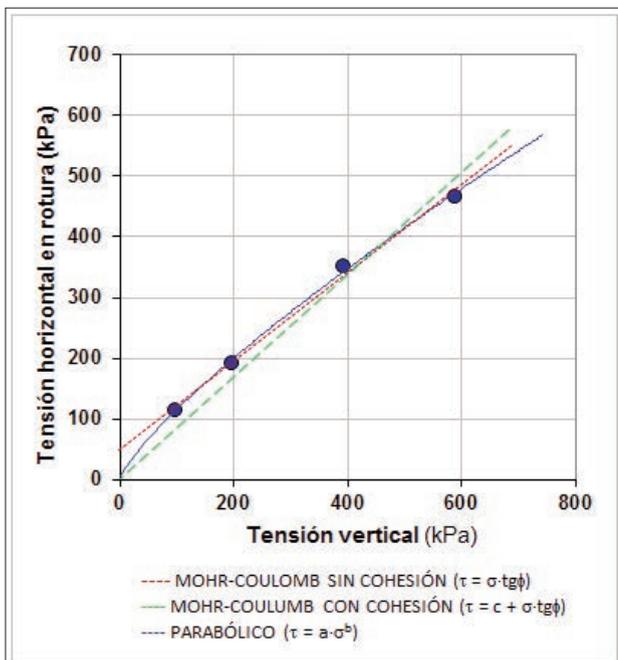
Esta instalación del Laboratorio de Geotecnia del CEDEX cuenta con unas dimensiones de 1x1 m en el plano de corte y una altura de hasta 1,2 m, que permiten ensayar materiales granulares gruesos de hasta 20 cm de diámetro. **Es única en España** y el número de equipos de estas dimensiones en el mundo es muy reducido.

Se utiliza para estudiar los rellenos de roca para su **uso en puertos y presas**, así como **balasto ferroviario** y otros materiales granulares gruesos.

Está provisto de un circuito de empuje horizontal servocontrolado con velocidad de deformación constante y otro de empuje vertical controlado en carga. La presión vertical máxima es de 1 MPa.

El ajuste de la carga máxima vertical, la velocidad de desplazamiento y la posición de los pistones se realiza mediante un cuadro de control digital acoplado a un sistema de adquisición de datos totalmente automatizado.

El material se introduce en la caja mediante vertido, pudiéndose realizar una compactación ligera mediante compactador mecánico (tipo pisón) o estática utilizando la carga vertical.



Resultados obtenidos en la caja de corte.



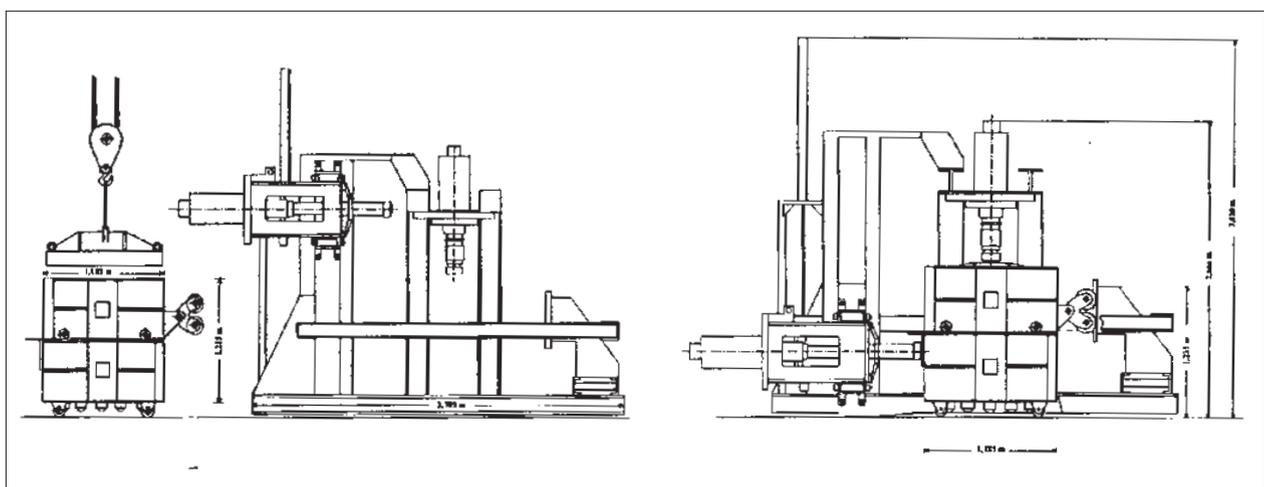
Vertido de material en la caja de corte.

Tipos de ensayos realizables

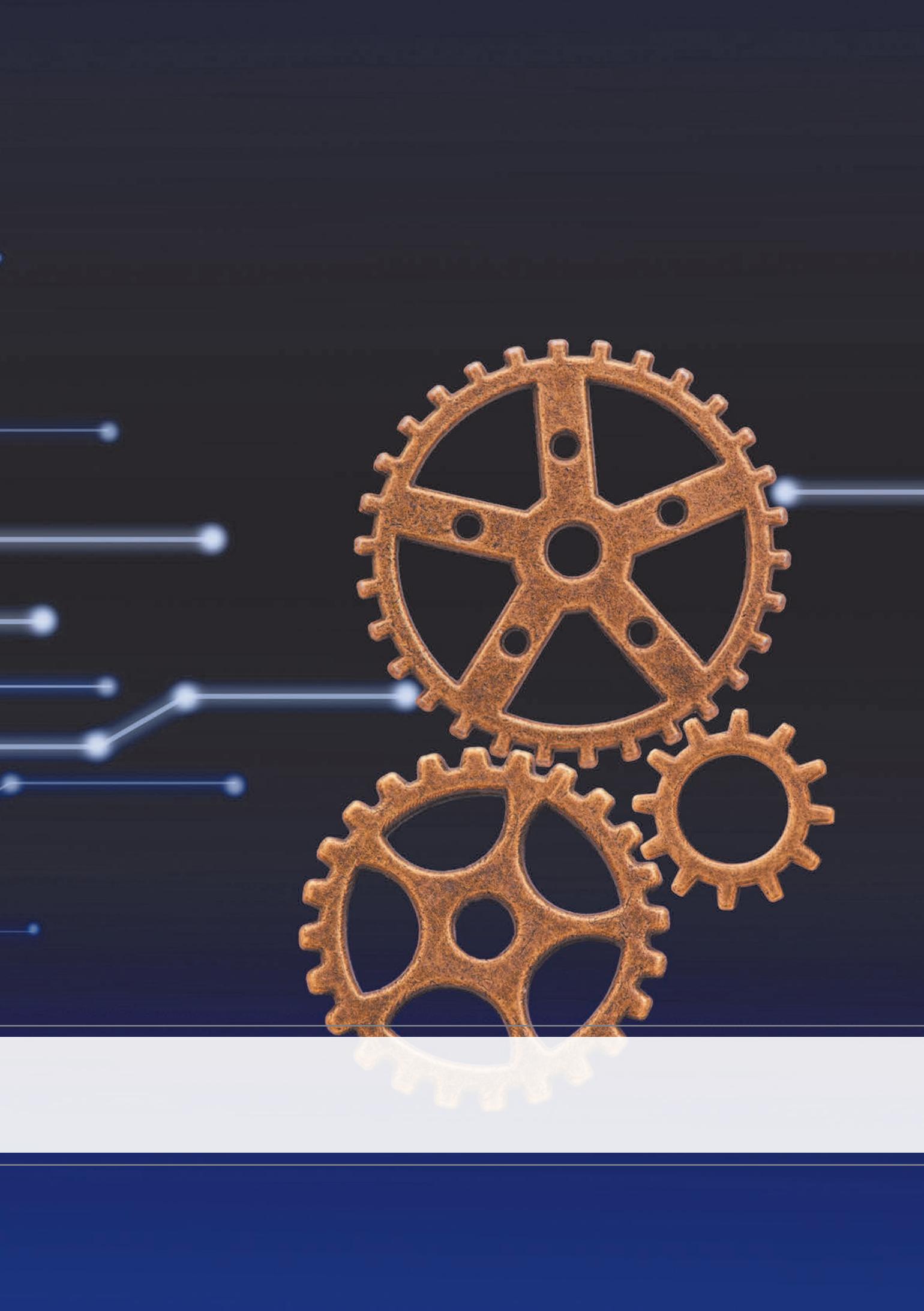
- Ensayos de resistencia al corte de materiales granulares
- Ensayos de resistencia al corte de contacto entre materiales granulares y estructuras (tierras-muro, balasto-travesía, suelo-zapata, etc.)
- Ensayo de arrancamiento de gesintéticos

Algunos de los proyectos en los que ha intervenido este equipo son:

- Estudio del Muelle del Prat. Puerto de Barcelona
- Estudio de escolleras en el Puerto de Huelva
- Estudio de la deformabilidad de suelos gruesos para la Presa de Yesa
- Estudio de la resistencia de neumáticos fuera de uso para su empleo como material de relleno
- Estudio de la resistencia al corte entre traviesa y balasto.



Esquema del equipo de corte de grandes dimensiones.





PROYECTOS SIGNIFICATIVOS

ESTACIÓN DE AUSCULTACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE INSTRUMENTACIÓN Y MONITORIZACIÓN EN TIEMPO REAL DE UN TRAMO DE LA AUTOVÍA A-62 EN VALLADOLID

Contacto: javier.perez@cedex.es / laura.parra@cedex.es

| Variable a medir | Ubicación | Número de sensores por fisura | Número de sensores por tramo |
|--|--|-------------------------------|------------------------------|
| Desplazamiento vertical entre bordes de fisura | Capa de mezcla bituminosa antigua | 2 | 6 |
| Desplazamiento horizontal entre bordes de fisura | Capa de mezcla bituminosa antigua | 2 | 6 |
| Deflexión superficial | Superficie entre fisuras, rodada derecha | 1 | 3 |
| Deformación horizontal | Fondo de la capa de reposición | 4 | 12 |
| Temperatura del firme | A 29, 10 y 5 cm de profundidad desde la superficie | 3 | 12 |
| Humedad de la explanada | A 100 cm de la coronación de la explanada | | 2 |
| Radiación solar | Estación meteorológica | | 1 |
| Temperatura y humedad del aire | Estación meteorológica | | 1 |
| Cantidad de precipitación | Estación meteorológica | | 1 |



Las estaciones de auscultación automática mediante instrumentación y monitorización en tiempo real son una herramienta imprescindible para el conocimiento del estado estructural de la carretera

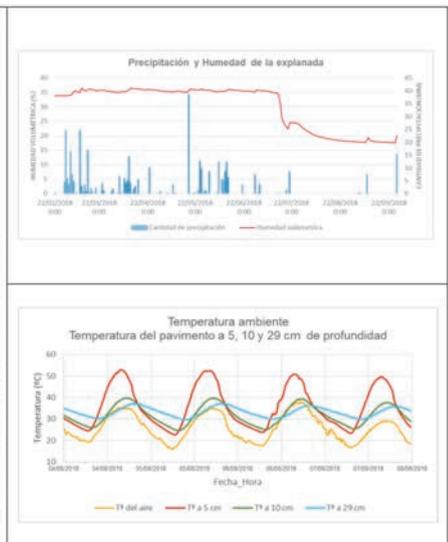
Instalación de sensores en el tramo experimental.

Lo novedoso de este tramo de ensayo es la implantación de un sistema autónomo y automático de medidas de variables dinámicas producidas al paso del tráfico que circula por él, su procesado y elaboración de indicadores del estado en que se encuentra el firme. Además, permite la visualización de todas las variables en tiempo real e incluso la programación de ensayos de medida en remoto. Por todo ello, no es solo una excelente herramienta para el mantenimiento preventivo de la carretera sino, también, de estudio del funcionamiento estructural y de los mecanismos de deterioro.

La implantación de una estación automática de auscultación de un tramo de carretera se ha realizado en el marco de la Encomienda de Gestión Asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico en materias competencia de la Dirección General de Carreteras (2015-2018), mediante la actuación Programa de seguimiento mediante tramos de control del comportamiento estructural y deterioro de los refuerzos de firmes en la Red de Carreteras del Estado.

El tramo instrumentado se localiza en la autovía A-62, p.k. 110,8 al 111,1; se trata de un firme semirrígido. El objetivo es realizar el **seguimiento de los movimientos al paso del tráfico en las fisuras existentes en la capa de mezcla bituminosa antigua, después de la reposición de una nueva capa.** Además de la colocación de sensores para medir estos movimientos, se han colocado sensores para medir la deflexión superficial, deformación longitudinal y temperatura en las capas de mezcla bituminosa, humedad de la explanada, y un conjunto de variables medioambientales necesarias para los trabajos de análisis.

Estación de auscultación automática.



PAVIMENTOS URBANOS SOSTENIBLES: REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS ÁREAS URBANAS

Contacto: jorge.gomez@cedex.es

Proyecto financiado por la UE LIFE12 ENV/ES/00072



Los objetivos específicos del estudio han sido:

- Desarrollar un prototipo de una planta de fabricación de mezclas bituminosas recicladas templadas a tasa total aptas para la rehabilitación de vías urbanas
- Evaluar técnica y económicamente la viabilidad de estas mezclas en vías urbanas de baja velocidad (< 50 km/h)
- Realizar un estudio pre-normativo para la regulación de las mezclas bituminosas recicladas templadas
- Establecer un conjunto de recomendaciones para el fomento y la implantación de contratación pública ecológica para la construcción de vías urbanas
- Cuantificar el impacto medioambiental del eco asfalto en comparación con mezclas tradicionales mediante un análisis de ciclo de vida

Enmarcado dentro del Programa LIFE+ de la Unión Europea, destinado a la financiación de proyectos de investigación para la mejora medioambiental, el proyecto **Self-sustaining Urban Roads: A way to improve Environmental performance of urban áreas** ha tenido por objeto el estudio y desarrollo de tecnologías que permitan fabricar, de modo eficiente, mezclas bituminosas templadas recicladas a alta tasa en capas de base, intermedia y de rodadura aptas para vías urbanas. El proyecto ha tenido un presupuesto estimado de 2.372.081 € y ha estado cofinanciado al 50 % por la Unión Europea. Iniciado en septiembre de 2013, se ha finalizado en diciembre del 2018. Los socios del proyecto han sido el Ayuntamiento de Madrid, la empresa SACYR y el Centro de Estudios de Transporte del CEDEX.

Por su parte, el CET ha participado directamente en las siguientes actividades:

- Construcción del tramo de prueba en la pista de ensayos acelerados a escala real, compuesto por una mezcla bituminosa en caliente, utilizada como referencia, y dos mezclas bituminosas templadas con tasas de reutilización del 70% y 100%. Así como el seguimiento instrumentado del comportamiento estructural y superficial de las tres secciones de mezcla bituminosa
- Colaboración en el análisis evolutivo de las secciones construidas en el tramo de prueba de la calle Méndez Álvaro, por parte del Ayuntamiento de Madrid, mediante la realización de auscultaciones y ensayos de laboratorio de testigos
- Desarrollo de un documento de carácter pre-normativo para la implementación de este tipo de mezclas bituminosas
- Análisis del ciclo de vida de las mezclas bituminosas empleadas con el fin de comparar su comportamiento medioambiental
- Preparación y seguimiento de la página web oficial del proyecto

Como conclusión, cabe destacar que los **principales objetivos técnicos fijados al inicio del proyecto se han alcanzado**. Las mezclas bituminosas recicladas a alta tasa deben ser consideradas como una alternativa muy adecuada en la renovación de viales urbanos. El análisis del ciclo de vida realizado específicamente para este proyecto muestra una reducción considerable de los gases de efecto invernadero, como consecuencia de la reducción de la cantidad de materias primas empleadas, así como de la energía necesaria para la fabricación y puesta en obra de estas unidades de obra.

Evaluación de las mezclas recicladas en la pista de ensayo acelerado de firmes a escala real.



HERRAMIENTAS PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO CLIMÁTICO Y MEJORA DE LA RESILIENCIA DE LAS INFRAESTRUCTURAS URBANAS Y DE TRANSPORTE

Contacto: laura.parra@cedex.es



El proyecto CLARITY está financiado por la UE bajo el paraguas del programa Horizonte 2020, en el área de acción climática, medio ambiente, eficiencia de recursos y materias primas (Programa de Trabajo SC5).

- 4 casos piloto validarán los resultados de los servicios climáticos desarrollados en distintos contextos regionales en Italia, Suecia, Austria y España
- Serán evaluadas distintas amenazas en infraestructuras urbanas y de transporte

Ante la realidad cierta del cambio climático es preciso la implementación de medidas de mitigación y adaptación en todos los ámbitos de la ingeniería civil. El análisis del cambio climático está liderado desde el CETA, si bien se está trabajando en este campo desde todos los centros del CEDEX.

- Duración del proyecto: 3 años, del 1 junio de 2017 a 31 mayo de 2020
- 17 empresas y organizaciones implicadas
- www.clarity-h2020.eu
- twitter @clarity_h2020

El proyecto tiene como objetivo proporcionar un **ecosistema de servicios climáticos en la nube** para calcular y presentar los efectos esperados y amplificados por el cambio climático a nivel de riesgo, vulnerabilidad e impacto.

En este sentido, el proyecto CLARITY pretende ofrecer servicios de apoyo a la toma de decisiones (por medio de comparación de estrategias alternativas) para:

- Investigar e incluir los efectos del cambio climático y la posible adaptación y estrategias de gestión de riesgos en la planificación e implementación de proyectos relacionados con infraestructuras de transporte
- Mejorar la resiliencia de las infraestructuras de transporte
- Planificación flexible de las actuaciones de conservación y gestión

En España el proyecto está siendo implantado en una infraestructura piloto, Autovía A-2, que conecta Madrid y Barcelona en un tramo con sección de 4 carriles, 2 por sentido y 77 km de longitud, entre el p.k. 62 y el p.k.135. Para ello, a nivel del piloto español se han desarrollado índices climáticos específicos que describan el posible impacto del cambio climático sobre las infraestructuras viales en diferentes escalas temporales.

Como resultados concretos, el proyecto pondrá a disposición de los usuarios un visor con las proyecciones de los índices climáticos desarrollados para carreteras en España, y una herramienta de apoyo para estimar los riesgos vinculados a la variabilidad derivada del cambio climático en un proyecto de carreteras.



Vista de la Autovía A-2.

DESLIZAMIENTO DE CARCHUNA

Contacto: g.oliva@cedex.es

Zona fusible

Con el retranqueo en el pie del desmonte se pretendía crear una zona de debilidad (o zona fusible) al pie del desmonte para desplazar la salida de la inestabilidad a esa banda, evitando la situación anterior en la que la salida de la masa inestable alcanzaba la calzada de la autovía

En mármoles y filitas con 80 m de desnivel, 370 m de longitud y 225 m de distancia desde la calzada hasta las grietas de cabecera, y un volumen de material movilizado por la inestabilidad superior a 1,5 millones de m³.

Como segunda fase de estabilización se ha planteado un movimiento de tierras complementario al inicial y la ejecución de una red de pozos drenantes, en general equipados con bombas y los de pie, comunicados entre sí por gravedad.

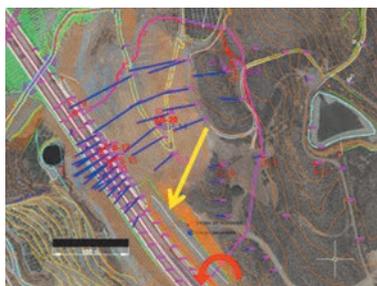
Adicionalmente, se ha planteado la ejecución de una pantalla de módulos de pantalla junto a la calzada, en el borde de la zona fusible con objeto de forzar la salida de la rotura, minimizando el riesgo de evolución de deformaciones en la calzada.

Este trabajo es una muestra de la actividad del Laboratorio de Geotecnia del CEDEX en relación con el estudio y planteamiento de medidas de **corrección de patologías en el ámbito de las obras lineales**. Se trata de un reciente gran deslizamiento en Carchuna en la A-7. La existencia de una gran balsa de agua en la zona alta de la ladera, a 60 m de distancia de las grietas de cabecera, condicionaba el estudio y solución de la patología para asegurar que la misma no se viese afectada por la inestabilidad, la cual había provocado deformaciones importantes en la calzada. Se ha realizado una extensa campaña de investigación en la que se han ejecutado 14 sondeos con instalación de inclinómetros y piezómetros, y 120 puntos de control topográfico.

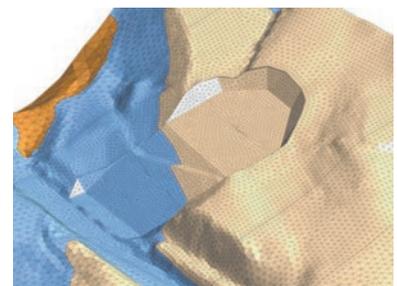
La singular cinemática del movimiento y orografía de la ladera han motivado que, para el cálculo de estabilidad y soluciones, se haya optado por hacer una **modelización numérica** que incluya tanto cálculos **2D**, que son más habituales y que permiten una mayor versatilidad, como **3D** que son los que, en este caso concreto, se considera que reproducen el problema de una manera más acertada.

Dada la magnitud de la masa inestable, se ha planteado la estabilización por fases, diseñando una primera destinada a conseguir mejorar las condiciones de estabilidad general y evitar que la posible evolución futura de los movimientos afectase a la calzada, postergando a fases posteriores la ejecución de medidas destinadas a mejorar en mayor medida la estabilidad del desmonte. Para ello, en el pie del desmonte se excavó una banda de unos 20 m paralela a la calzada o "zona fusible" retranqueando el muro de escollera existente. El volumen excavado en dicha zona fue reducido en comparación con el excavado en la parte superior del talud, con lo que el efecto desfavorable de realizar la excavación en el pie sería muy inferior al efecto estabilizador provocado por la excavación en cabeza.

Una vez completada la fase 1, se mantuvo una evolución de deformaciones significativa en el desmonte (movimientos del orden de 500 mm/año) pero, hasta la fecha, las deformaciones en el pie del desmonte se están localizando en la franja "fusible" y la calzada no está siendo afectada por el proceso de inestabilidad.



Vectores de movimiento en los puntos de superficie controlados por topografía.



Mallado del modelo 3D tras la excavación de la fase 1.

TERMINAL DE CONTENEDORES, PUERTO DE CÁDIZ

Contacto: enrique.asanza@cedex.es

Vista general de la nueva terminal del Puerto de Cádiz durante la aplicación de la 1ª etapa de precarga.

Nueva terminal del Puerto de Cádiz

Área ganada al mar de unas 28 Ha, para crear una nueva terminal de contenedores, con un dique de unos 400 m y una línea de atraque de 700 m, formada por cajones fondeados a la cota -16 m

El empleo conjunto de técnicas estáticas y dinámicas permite establecer relaciones de la rigidez a diferentes rangos de deformación.

Actualmente el LG está colaborando con la Autoridad Portuaria de Cádiz para identificar y resolver las patologías del falso túnel (pantallas continuas) que comunica con la terminal, así como con el proyecto de dragado del canal de acceso.



Testificación de sondeos.



El Laboratorio de Geotecnia (LG), en virtud de la asistencia técnica que el CEDEX presta a Puertos del Estado, ha colaborado en el proyecto de construcción de la nueva terminal de contenedores del Puerto de Cádiz desde su concepción inicial. La **estabilidad de la cimentación de los cajones** en todas sus fases de construcción y la **eficacia del tratamiento** de las arcillas masivas y blandas del lecho marino (de hasta 14 m de espesor), **mediante una precarga con mechas drenantes**, fueron los factores más críticos desde el punto de vista geotécnico. La precarga, de 12 m de tierras, se efectuó en tres etapas que se completaron en 17 meses. La toma de decisiones de la retirada de la precarga por zonas se sustentó en la interpretación de los registros de instrumentación, sometida a los métodos de predicción (Asaoka, hiperbólico genuino, Sridharan modificado y Scott-CEDEX), que están descritos en la reciente 19ª Jornada Técnica CEDEX-AETESS.

Durante los meses en que se vertieron rellenos hidráulicos hasta colmatar el recinto tuvo lugar un proceso muy lento de consolidación vertical de una sobrecarga creciente:

- 1º. El recinto se instrumentó cuando ya fue transitable; a continuación, se hincaron mechas drenantes. Lógicamente, tras quedar hincadas, el proceso de consolidación se tornó fundamentalmente radial y la tasa de asentamientos debida a los rellenos hidráulicos se aceleró muy notablemente
- 2º. El último quiebro de las curvas corresponde a la superposición de la consolidación tras el recrecido de 12 m tierras
- 3º. Precarga

Para la medida de la rigidez del terreno ganado al mar, el LG ha puesto a punto otras técnicas, algunas inusuales en el ámbito portuario. Se empleó el **presiómetro auto-perforador** y las **técnicas geofísicas de CPTu** (Cone Penetration Test, con medida de las presiones intersticiales) sísmico y SASW (Spectral Analysis of Surface Waves), testificación en sondeos con PS-logging y sondas singulares.

ESTUDIO DE LA RESISTENCIA AL CORTE DEL CONTACTO TRAVIESA – BALASTO EN SISTEMAS FERROVIARIOS

Contacto: m.eugenia.martin@cedex.es

Rozamiento

Balasto - Travesía

Resistencia al deslizamiento entre la base de la travesía y la capa de balasto

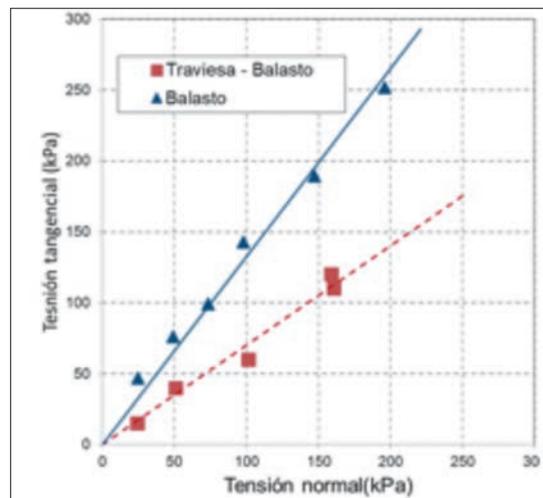
Esta resistencia suele ser menor que la del propio balasto, constituyendo este contacto un **punto de debilidad en la resistencia** de la infraestructura ferroviaria en su conjunto

El paso de los trenes por la vía produce cargas horizontales y verticales en la infraestructura ferroviaria que deben ser soportadas principalmente por su nivel superior que, en la mayoría de las actuales líneas de alta velocidad, están formadas por balasto.

La resistencia al corte (o deslizamiento) entre la base de la travesía y la capa de balasto juega un papel esencial en la caracterización de la resistencia lateral de las vías férreas.

Los trabajos llevados a cabo en la caja de corte de 1x1 m del Laboratorio de Geotecnia del CEDEX, han permitido concluir que el **ángulo de rozamiento del contacto travesía-balasto es 2/3 del ángulo de fricción del propio balasto**. Este estudio permite disminuir las incertidumbres en los cálculos necesarios para el diseño de infraestructuras ferroviarias, aumentando su seguridad y durabilidad.

Santana, M.; Estaire, J. *Test results of friction resistance in the sleeper – ballast contact*. Proceedings of the XVII ECSMGE.



Comparación entre la resistencia del balasto (azul) y la del contacto travesía-balasto (rojo).



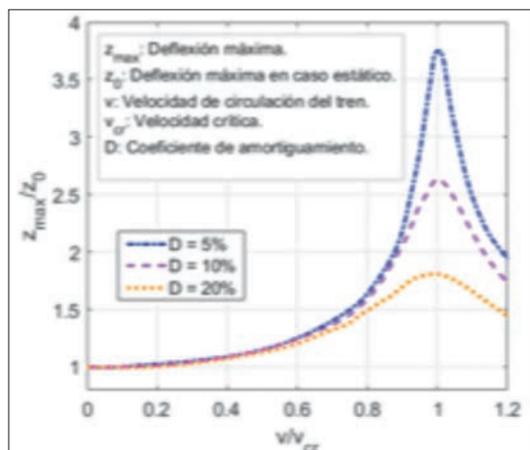
Instalación de la travesía sobre la caja de corte.



Travesía preparada para el ensayo tras ser colocada en la caja de corte.

VELOCIDAD CRÍTICA DE SECCIONES FERROVIARIAS

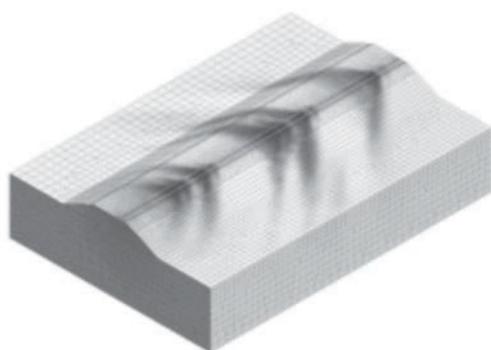
Contacto: jose.estaire@cedex.es



Factor de amplificación dinámica en función de la velocidad del tren, según el modelo de viga.

Uno de los retos a los que se enfrenta en la actualidad el sector ferroviario de la alta velocidad, es el **problema de la velocidad crítica**.

El incremento de la velocidad de circulación de los trenes, hasta 400 km/h en nuevas líneas en proyecto (en California y Reino Unido), hace que se deba tener en consideración el problema de la velocidad crítica en zonas con suelos blandos, caracterizados por una relativa baja velocidad de propagación de las ondas.



Contornos de deflexión vertical a lo largo de la vía (modelo 3D MEF) cuando el tren circula a la velocidad crítica.

En los últimos años, el Laboratorio de Geotecnia ha participado activamente en la determinación de la velocidad crítica de una región con suelo blando de la **futura línea de alta velocidad de California**. Como primera aproximación al problema, se utilizó el modelo clásico de viga pero debido a sus limitaciones, el LG ha modelado algunas secciones reales en 3D usando el **Método de los Elementos Finitos (MEF)**.



Ejecución in-situ del ensayo SASW en las obras de la futura línea de alta velocidad en California.

También se ha desarrollado un procedimiento, basado en el **análisis espectral de ondas superficiales (SASW)**, para el cálculo de la velocidad crítica que proporciona resultados fiables, robustos, de fácil implementación y que requieren menor tiempo de cálculo.

Velocidad crítica

Velocidad de circulación del tren que produce un fenómeno de resonancia en el medio subyacente, provocando la amplificación del movimiento vertical de los componentes de la vía y del terreno, que pueden comprometer la estabilidad de la infraestructura y la seguridad de los pasajeros

PRUEBAS DE ERTMS DE LA LAV DE HARAMAIN

Contacto: jorge.iglesias@cedex.es

El Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX ha desarrollado en 2018 las pruebas de interoperabilidad entre el tren y la vía, que han permitido una completa depuración de los subsistemas ERTMS N2 de vía y de tren antes de su despliegue definitivo en la línea Meca-Medina.



La línea de alta velocidad Meca-Medina construida y explotada por un consorcio español, está en su última fase de desarrollo que consistirá en el despliegue y puesta en servicio del Sistema de Señalización Ferroviaria ERTMS N2, que **permitirá la circulación a la máxima velocidad** en la línea (320 km/h) **con los máximos estándares de seguridad**. El ERTMS N2 de vía lo suministra Siemens en forma de 14 RBCs desplegados a lo largo de la vía, y el equipo embarcado ERTMS que equipa los trenes Talgo lo suministra Alstom.

Las pruebas realizadas en el CEDEX simulan el movimiento del tren a lo largo de la LAV, pero utilizando los equipos reales de vía (RBC Siemens) y embarcado (OBU Alstom). De esta forma, se ejecutan todas las pruebas necesarias para la puesta en servicio y se depuran en laboratorio las incidencias aparecidas, reduciendo al máximo la aparición de incidencias en las pruebas de puesta en servicio en vía, con la consiguiente reducción de los costes de ensayos en vía y aceleración del proceso completo.



CERTIFICACIÓN DEL EQUIPO EMBARCADO ERTMS DE CAF

Contacto: jorge.iglesias@cedex.es

La ejecución de estos ensayos dio lugar a la detección de incidencias que, una vez subsanadas, ha permitido que las pruebas posteriores realizadas en la vía hayan tenido unos resultados excelentes

El Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX ha desarrollado las pruebas finales de certificación del equipo embarcado ERTMS (EVC), de la empresa española **CAF Signalling**, que se instala en los trenes holandeses del operador **NS** suministrados por CAF.

CAF está suministrando un total de 706 unidades del tren CIVITY (de 3 y 4 coches) para servicios de hasta 160 km/h proporcionados por el operador público holandés NS. Estos trenes van equipados con el ERTMS embarcado desarrollado por CAF Signalling y circularán en N2 por la red holandesa. Uno de los requisitos básicos del pedido era que los equipos estuvieran debidamente certificados de acuerdo a las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad (ETI), y por tanto hubieran pasado los ensayos del Subset-076 prescritos en dicha norma.



Ensayos EVC de CAF en el LIF

CAF Signalling encargó al LIF la ejecución de dichos ensayos en 2017, año en el que se llevó a cabo el grueso de los ensayos, si bien las últimas modificaciones en la Eurocabina se finalizaron en un segundo encargo al LIF en julio de 2018.

Adicionalmente a los ensayos de certificación realizados en el LIF, el equipo embarcado ERTMS de CAF se utilizó para la realización de ensayos de interoperabilidad con diferentes líneas españolas equipadas con ERTMS, y se ejecutaron por tanto ensayos de N2 con los RBCs de Alstom, Bombardier y Thales.



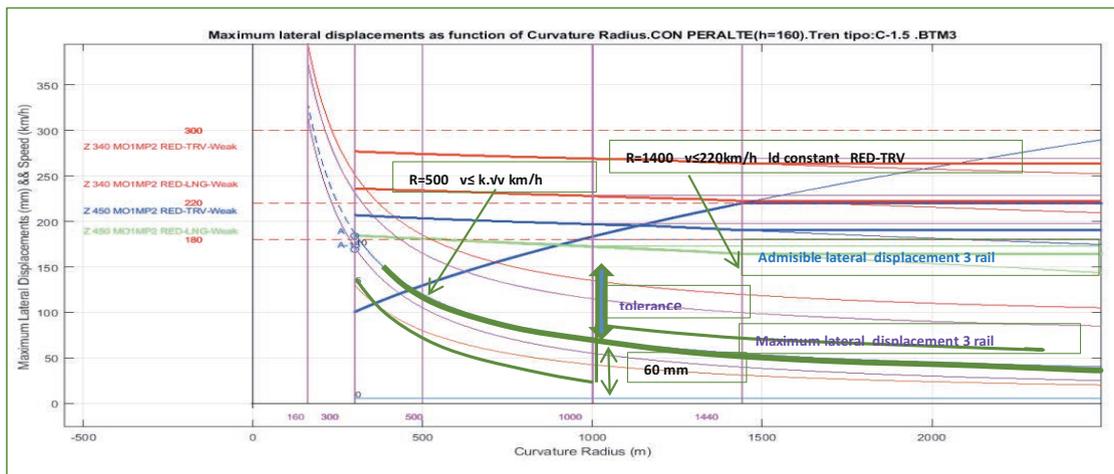
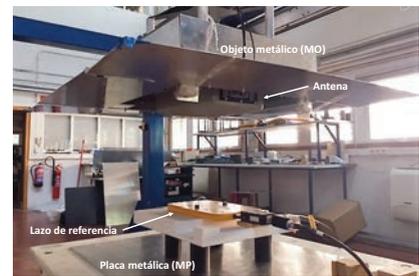
Tren CIVITY de CAF

ESTUDIO DE INSTALACIÓN DE EUROBALIZAS EN VÍAS CON TRES CARRILES

Contacto: jose.bueno@cedex.es / susana.herranz@cedex.es

Las balizas reducidas de las compañías ALSTOM, BOMBARDIER y SIEMENS instaladas en montaje transversal y desplazadas lateralmente hasta 240 mm con respecto al eje central de la vía, se han leído a bordo por 7 series de trenes diferentes con Eurocabinas de ALSTOM, ANSALDO, BOMBARDIER y SIEMENS a velocidad máxima de 225 km/h

Este estudio trata de dar una solución para la **instalación de Eurobalizas en vías de doble ancho (ancho ibérico y ancho UIC)** de tal forma que sean **válidas para circulación en ERTMS por ambos anchos**. La investigación ha constado de una parte experimental en vía, ejecutada conjuntamente con ADIF, instalando Eurobalizas desplazadas lateralmente en un tramo de vía de la línea Lérida-Barcelona, y de otra parte de un estudio teórico y ensayos en el Laboratorio de Eurobaliza del LIF.



Conclusiones

- Para radios de curvatura $R \geq 300$ m la baliza reducida más débil que se instala en montaje transversal en el rango de profundidad de $-123\text{mm} \pm 30\text{mm}$ y en la condición de desplazamiento lateral 60 mm es interoperable si se evitan los objetos metálicos en vía.
- Las balizas en el corredor mediterráneo requieren las siguientes condiciones de instalación y funcionamiento:
 - Baliza reducida instalada en montaje transversal en el centro geométrico de ambos anchos (desplazamiento lateral 60 mm con respecto al eje central de cada ancho).
 - Baliza elevada 40 mm, rango de profundidad al tope del rail de $-123 \text{ mm} \pm 30 \text{ mm}$.
 - Velocidad máxima de 220 km/h.
 - La existencia de objetos metálicos en vía en el tramo $R \leq 300$ m requerirá duplicar la baliza.

PROYECTO EUROPEO VITE (VIRTUALIZATION OF TEST ENVIRONMENT)

Contacto: daniel.molina@cedex.es

Conclusiones

- Se han mejorado las definiciones actuales de los interfaces remotos para conexión de los subsistemas ERTMS/ETCS tanto de vía como embarcado
- Se ha definido una metodología basada en el cálculo de incertidumbres para validar el uso de ensayos en entornos virtuales frente a la metodología tradicional de ensayos en vía
- Los organismos notificados participantes en el proyecto han revisado los avances y generado una serie de recomendaciones para trabajos futuros

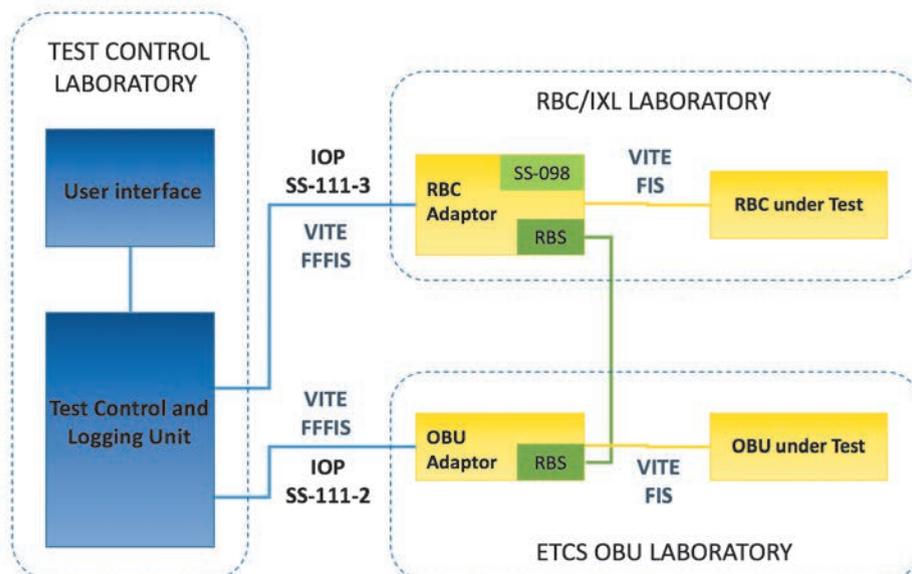
Proyecto europeo finalizado en diciembre de 2018 y financiado por el Shift2Rail Joint Undertaking, dentro del programa de investigación e innovación de la Unión Europea Horizon 2020

Su objetivo principal es la ejecución de **pruebas ERTMS/ETCS en un entorno virtual de laboratorio, reduciendo** de esta manera la ejecución de **pruebas en vía** durante la validación, verificación e integración de los subsistemas ERTMS/ETCS, previos a la autorización de puesta en servicio. El Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX ha participado en varios paquetes de trabajo liderando el paquete 3 de definición de la arquitectura del laboratorio de ensayo.

Esta migración debe fundamentarse en tres pilares:

1. Evaluación de los procedimientos de puesta en servicio y estrategia de pruebas.
2. Definición de un método formal que permita validar los ensayos en laboratorio sobre los ensayos en vía.
3. Definición de una arquitectura de ensayo armonizada que permita la interconexión entre los diversos agentes ferroviarios.

STAGE 3 TEST ARCHITECTURE



ESTUDIO DE PATOLOGÍA EN EL DIQUE EXENTO DEL PUERTO DE ALGECIRAS

Contacto: pilar.alaejos@cedex.es

- Dique ubicado en el interior de la Bahía de Algeciras, de 2.200 m de longitud y formado por 31 cajones flotantes
- Año de entrada en servicio del dique, 2009
- Se han ensayado 95 testigos de hormigón extraídos de la superestructura del dique

Toda la información recabada en el informe se utilizará para plantear posibles reparaciones de la estructura y adoptar medidas para evitar la aparición de estos daños en obras futuras.

A petición de la Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras, se firmó en febrero de 2018 el Convenio para la realización de trabajos de **asistencia técnica** para el **estudio específico de las patologías de corrosión** aparecidas en el hormigón armado del dique exento del puerto de Algeciras.

Se ha realizado una inspección visual y el estudio de 95 testigos de hormigón extraídos de diferentes puntos de la estructura.

Se han analizado las causas de la prematura corrosión de las armaduras tras 9 años de vida de la obra. Para ello se han llevado a cabo ensayos de penetración de agua, porosidad, perfiles de cloruros, resistividad y ensayos mecánicos.

Con los resultados de los ensayos **se ha evaluado la calidad del hormigón** colocado y se ha realizado una **estimación de la vida útil de la estructura**, evaluando el recorte que han supuesto en la misma factores como la utilización de un cemento con bajo contenido de adiciones, la presencia de cloruros iniciales en el hormigón y la insuficiente calidad del recubrimiento.

El estudio también ha demostrado la existencia de daños de corrosión generalizados, que sólo se han manifestado en las zonas donde los recubrimientos son más bajos, pero que existen incluso en armaduras que se encuentran a gran profundidad.



Dique Exento del Puerto de Algeciras.



Daños de corrosión.

CÓDIGO ESTRUCTURAL

Contacto: jose.m.galligo@cedex.es



Las Comisiones Permanentes del Hormigón y de Estructuras de Acero han aprobado en noviembre de 2018 el Proyecto de Código Estructural que ha sido remitido a Bruselas para su aprobación definitiva.

Estudios de Corrosión Bajo Tensión de apoyo a la Reglamentación.

El Código Estructural constituirá la herramienta fundamental para el proyecto, construcción y para la fase de servicio de las estructuras de hormigón, estructuras de acero y estructuras mixtas hormigón-acero.

- Título 1 Bases generales
- Título 2 Estructuras de hormigón
- Título 3 Estructuras de acero
- Título 4 Estructuras mixtas
- Anejos 1-17
- Anejo 18
 - Bases de proyecto (EC-0)
- Anejos 19-21
 - Proyecto de estructuras hormigón (EC-2)
- Anejos 22-29
 - Proyecto de estructuras de acero (EC-3)
- Anejos 30-32
 - Proyecto de estructuras mixtas (EC-4)

La reconocida experiencia en estudios teóricos y experimentales desarrollados sobre aceros, hormigones, áridos, cementos, etc., llevó a la Secretaría General Técnica del Ministerio de Fomento a encargar al Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEYM) del CEDEX, la **organización del Grupo de Trabajo de Materiales** para la discusión y elaboración de los capítulos del Proyecto de Código Estructural referentes a los materiales.

El Grupo de Materiales se ha subdividido en varios subgrupos que han desarrollado cada una de las materias específicas. En los análisis han participado los profesionales más cualificados en cada una de las cuestiones. Estos expertos han sido seleccionados de organismos públicos, fabricantes, universidades, asociaciones, etc.

El Código Estructural, una vez aprobado, **sustituirá a la actual Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08**, vigente desde el 18 de julio de 2008. Igualmente vendrá a sustituir a la actual **Instrucción de Acero Estructural EAE**, vigente desde el 27 de mayo de 2011.

El Código Estructural incluye los Eurocódigos para la elaboración del cálculo estructural, pero proporciona especificaciones complementarias, no aportadas por los mismos, para definir las características de los materiales, las condiciones de ejecución, puesta en obra, control de conformidad de los productos, control de ejecución, mantenimiento, entre otros.

Además, el LCEYM mediante una encomienda de gestión de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Fomento, ha prestado asistencia técnica al citado órgano ministerial, para el análisis de las posibles innovaciones tecnológicas de los materiales objeto del Código Estructural, así como para la evaluación del impacto económico y de los comentarios recibidos en la fase de información pública del Código.

GEOMEMBRANAS UTILIZADAS EN IMPERMEABILIZACIÓN DE BALSAS EN ALICANTE Y MURCIA

Contacto: angel.leiro@cedex.es

Balsas estudiadas: 6

Ubicación: Murcia y Alicante

Materiales: PVC-P, PEAD y EPDM

Análisis: características mecánicas, composición, durabilidad y estudio superficial por microscopía óptica y electrónica

La Mancomunidad de los Canales del Taibilla encomendó al CEDEX el estudio del comportamiento de las geomembranas utilizadas en la impermeabilización de seis balsas en el período 2015-2019.

El estudio del comportamiento de las geomembranas, a lo largo del tiempo, ofrece información sobre la evolución de las características que se emplean como indicadores de la degradación de PVC-P, PEAD y EPDM, lo que permite hacer una estimación aproximada de la vida útil de las geomembranas instaladas en las seis balsas.

El Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEYM) del CEDEX está llevando a cabo una inspección técnica anual en seis balsas, situadas en las provincias de Alicante y Murcia, con objeto de **comprobar el estado de las geomembranas** que forman parte de su sistema de impermeabilización. El seguimiento que se realiza en ellas conlleva la elección de la toma de muestras en diferentes zonas de los embalses, el análisis de las mismas en el LCEYM y la elaboración de un informe técnico.

Las geomembranas empleadas en la impermeabilización de los seis embalses están constituidas por poli-cloruro de vinilo plastificado (PVC-P), polietileno de alta densidad (PEAD) y caucho de etileno-propileno-monómero diénico (EPDM). Las determinaciones que forman parte del estudio de seguimiento son de carácter mecánico, durabilidad y composición de las geomembranas. Este seguimiento se completa con el estudio superficial de las mismas mediante microscopía óptica y electrónica, con objeto de evaluar su degradación a lo largo del tiempo.

La extracción de las muestras se realiza en los taludes norte, sur, este y oeste de los embalses y a diferentes alturas: en la zona de coronación, que es la más expuesta a la radiación ultravioleta, en la zona intermedia, que está sumergida en agua de forma intermitente y en el fondo del embalse, zona sumergida permanentemente.



Vista panorámica de la balsa Torre Alta-3.



Probetario en la balsa del Saltadero. Tenerife.

COMPORTAMIENTO DINÁMICO DEL ACUEDUCTO DE SEGOVIA FRENTE A ONDAS SONORAS

Contacto: eduardo.lopez@cedex.es

El Ayuntamiento de Segovia solicitó al CEDEX el estudio del comportamiento dinámico del Acueducto frente a la acción de las ondas sonoras, con la finalidad de determinar las vibraciones que se inducen sobre el acueducto como consecuencia de conciertos de música celebrados en la inmediata Plaza de la Artillería.



Instalación de sensores en el acueducto.

El **ensayo del comportamiento dinámico del acueducto** frente a la celebración de un concierto junto a él tuvo lugar en los días 22 y 23 de junio de 2018, desplazándose al acueducto técnicos del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEYM) del CEDEX junto con los medios auxiliares, equipos y dispositivos de ensayo necesarios incorporados en el Laboratorio Móvil.

La estimación de las oscilaciones del monumento se ha realizado mediante el estudio y análisis de las aceleraciones registradas en determinados puntos del acueducto.

El estudio se centró en la zona más susceptible de poder verse afectada por las ondas sonoras del evento musical. De esta manera se concentró el estudio en la pila 106 del monumento y zonas aledañas, instrumentándola en varias localizaciones para analizar su comportamiento.

El evento sonoro analizado, que comprende todas las etapas del proceso (ajuste de sonido, actos previos al concierto, fuegos artificiales, concierto en sí y post-concierto), no ha inducido vibraciones en el acueducto que se hayan acercado a los límites más restrictivos definidos en la distintas normas y documentos estudiados. Es decir, las vibraciones producidas en el Acueducto de Segovia por el evento sonoro analizado (en el cual la distancia de la fuente sonora fue de 20 m), son claramente admisibles a la luz de la normativa actual estudiada al respecto.

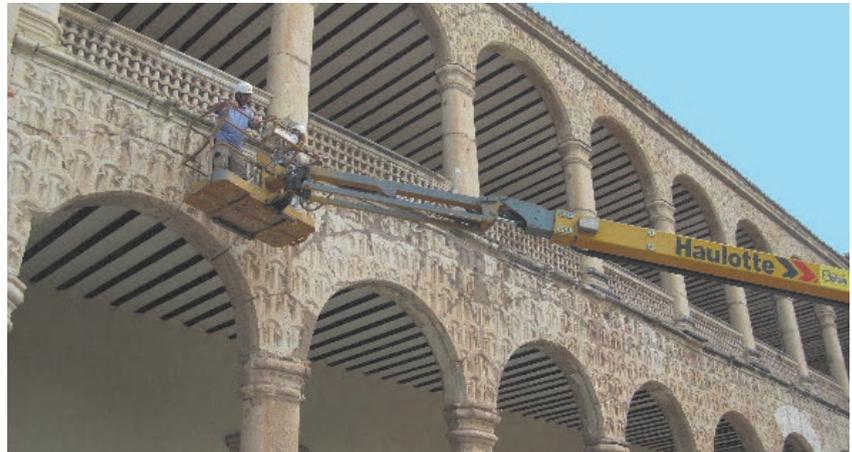
24 puntos de medida distribuidos en:

- Aceleración (21)
- Medidas medioambientales (2)
- Intensidad sonora (1)
- Análisis de 7 etapas sonoras durante el ensayo

EL PALACIO DE LOS DUQUES DEL INFANTADO EN GUADALAJARA

Contacto: : ismael.carpintero@cedex.es

- Construido en el siglo XV
- Rehabilitado entre 1950 y 1980
- Presencia de paños de forjado con cemento aluminoso



Galería de Poniente.



Calas en forjado del edificio para caracterización de los nervios.

A partir de este estudio se delimitaron las zonas donde era preciso intervenir para garantizar la estabilidad estructural futura del edificio.

La Gerencia de Infraestructuras y Equipamientos de Cultura, OA del Ministerio de Cultura y Deporte ha encargado una serie de **estudios sobre la estabilidad estructural** del Palacio de los Duques del Infantado, sede del Museo Provincial de Guadalajara.

El Palacio de los Duques del Infantado de Guadalajara fue construido entre 1483 y 1496, sobre unas edificaciones previas del siglo XIV. El palacio ha sufrido numerosas intervenciones y modificaciones a lo largo de su vida. Entre éstas cabe destacar las obras de rehabilitación realizadas en 1950, que duraron casi treinta años, bajo la dirección del arquitecto José Manuel González Valcárcel, dado que el edificio se encontraba gravemente dañado tras sufrir un bombardeo y posterior incendio en 1936.

Sobre este edificio se realizó un primer estudio para analizar la estabilidad estructural de la arquería de la Galería de Poniente, visiblemente desplomada en algunas zonas. Durante este estudio **se identificó una zona de forjado construido con viguetas pretensadas fabricadas con cemento aluminoso.**

Dado que este cemento sufre un proceso irreversible de degradación, se amplió el alcance del trabajo para caracterizar los distintos paños del forjado del edificio, pues se conocía que el inmueble contaba con una amplia diversidad de tipologías estructurales de forjados, como consecuencia de las distintas intervenciones sufridas en el siglo XX (forjados cerámicos, metálicos, de viguetas pretensadas, etc.).

Esta caracterización se realizó a partir de la inspección de numerosas calas en forjados abiertas en todo el inmueble, y el ensayo por difracción de rayos X de muestras de cemento de las viguetas del forjado.

INVENTARIO DE EMISIONES CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA Y DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DEL PUERTO DE CARTAGENA

Contacto: laura.crespo@cedex.es

Grupo de trabajo que supervisa la metodología del cálculo de la Huella de Carbono:

Puertos del Estado

Autoridades Portuarias

Oficina Española de Cambio Climático

Ministerio de Fomento (Área de Prospectiva y Análisis)

Representantes de la comunidad científica y universitaria

Organizaciones empresariales y empresas privadas de certificación

Ejemplos de puertos de cálculo de huella de carbono: puerto de Vigo y puerto de Cartagena

El CEDEX, en colaboración con Puertos del Estado y otras Autoridades Portuarias, elaboraron la **Guía metodológica para el cálculo de la huella de carbono en puertos**. Esta metodología está basada en el procedimiento de cálculo del Ghg-protocol cuyo objetivo es plantear de forma ordenada un inventario de emisiones a la atmósfera de manera que se contabilicen todas y cada una de las actividades susceptibles de generar emisiones, evitando la redundancia de información o vacíos. La guía se acompaña con un ejemplo práctico aplicado al puerto de Vigo.

En 2018 se aplicó esta metodología al puerto de Cartagena, avanzando en el conocimiento para calcular las emisiones no sólo de GEI's asociadas a las actividades portuarias sino que, además, se amplió el cálculo a otras emisiones a la atmósfera de gases contaminantes como: SO₂, NO_x, PM-10, PM-2,5, COVNM y metales.

En este marco se realizó la huella de carbono de Vigo y se está procediendo con el cálculo del Inventario de Emisiones a la Atmósfera de la Autoridad Portuaria de Cartagena.

Este tipo de planteamientos forman parte de las actividades portuarias para fomentar **comportamientos más sostenibles y de menos consumo de energía** –y, por tanto, de contaminantes atmosféricos–, **que mejoren la salud pública de los ciudadanos** que residen en los entornos portuarios. Además, estas prácticas cuentan con el respaldo de otras iniciativas internacionales como el puerto de Los Ángeles (Estados Unidos), que llevan realizando estos ejercicios de análisis desde 2005 para después tomar decisiones.



Puerto de Cartagena.

MEJORA DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS

Contacto: francisco.m.cortes@cedex.es

*La Dirección General de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid, en el marco del Plan Integral de Recuperación y Conservación de Ríos y Humedales, encargó al CEDEX un estudio piloto para valorar la posibilidad de realizar **crecidas controladas** en ríos fuertemente regulados, con el objetivo de **mejorar el régimen de caudales ecológicos** en los ríos de la Comunidad de Madrid. Con esta actuación se pretende contribuir a la recuperación de procesos, hábitats y servicios ecosistémicos que ofrece, de manera natural, el espacio fluvial.*

Longitud del tramo de estudio:
14,7 km

Descarga propuesta desde la presa de Santillana:

Magnitud y duración:
caudal punta = 40 m³/s; 3 días

Frecuencia y estacionalidad:
2 años; febrero – abril

Tasas de cambio:
1,67 m³/s/h (ascenso);
0,83 m³/s/h (descenso)

En colaboración con el Laboratorio de Hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX

El estudio piloto se ha llevado a cabo en el río **Manzanares**, en un tramo que comprende desde la presa del embalse de Santillana hasta la cola del embalse de El Pardo. Mediante la combinación de trabajos de campo y gabinete se han caracterizado: topografía, granulometría del sedimento del lecho, geomorfología, hidrología y biodiversidad del ecosistema fluvial. A partir de los resultados obtenidos, se han diseñado 5 crecidas sintéticas que se plantean como escenarios alternativos de crecidas controladas: caudal punta (Q) = i) 10 m³/s, ii) 20 m³/s, iii) 30 m³/s, iv) 40 m³/s y v) 60 m³/s. Para la simulación de los diferentes escenarios se ha utilizado el modelo numérico bidimensional IBER, en colaboración con el Laboratorio de Hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos.

Desde el punto de vista de la gestión de la masa de agua, todas las **crecidas simuladas** darían cumplimiento a los requerimientos establecidos por la legislación vigente. Por ello, la selección final de la crecida ha tenido en cuenta el coste y los beneficios derivados de cada alternativa de actuación, tratando de lograr que se reactiven determinados procesos del cauce y se recupere el espacio fluvial perdido, favoreciendo así la prestación de **servicios ecosistémicos** de mayor calidad. Considerando estas posibilidades de **mejora ecohidrogeomorfológica** del área de estudio, se ha propuesto la crecida de caudal punta = 40 m³/s como la más adecuada para mejorar el régimen de caudales ecológicos del río Manzanares, actualmente fuertemente alterado.

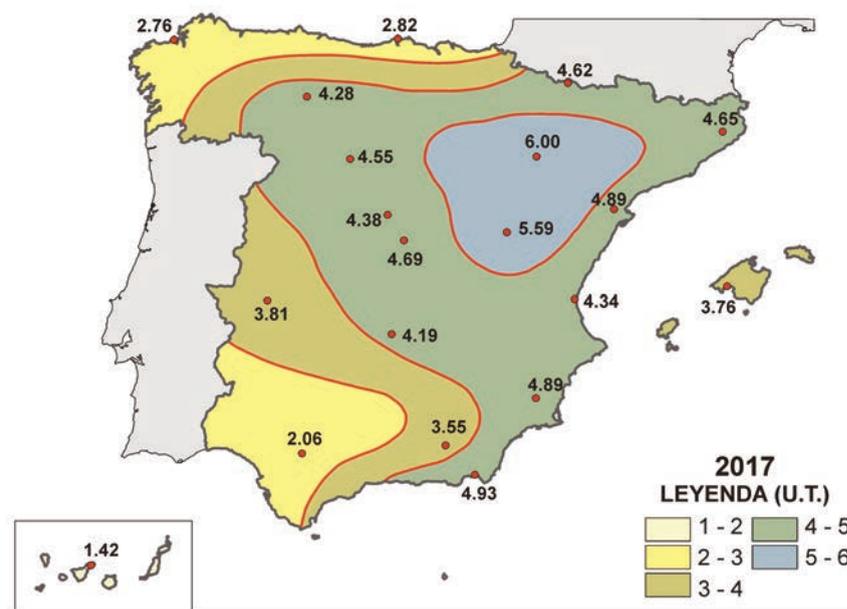


Tramo de estudio en el río Manzanares (Colmenar Viejo, mayo de 2018).

CARTOGRAFÍA DE LA ACTIVIDAD DE TRITIO EN LA PRECIPITACIÓN EN ESPAÑA PARA TRAZADO, DATACIÓN, Y CALIDAD DEL AGUA

Contacto: javier.rodriguez@cedex.es / silvino.castano@cedex.es

El CEDEX gestiona desde 2000, en colaboración con la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), la Red Española de Vigilancia de Isótopos en Precipitación (REVIP). REVIP pertenece a la Red Mundial de Isótopos en Precipitación (GNIP, de la OIEA y OMM) y está compuesta por 20 estaciones de muestreo integrado de precipitación para análisis de $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$ y tritio (isótopo del H de masa 3, ^3H).



Distribución de la actividad de tritio en la precipitación de España para 2017. Las concentraciones de tritio se expresan en unidades de tritio (U.T.). 1 U.T. = 0,11813 becquerelios/litro (Bq/l).

Ensayos realizados y equipos utilizados:

- La actividad de tritio en precipitación se mide en muestras integradas mensuales en Madrid e integradas anuales en el resto de estaciones
- Medida de la actividad de tritio por concentración electrolítica.
- Detector de centelleo líquido de muy bajo fondo "Quantulus 1220 de PerkinElmer"

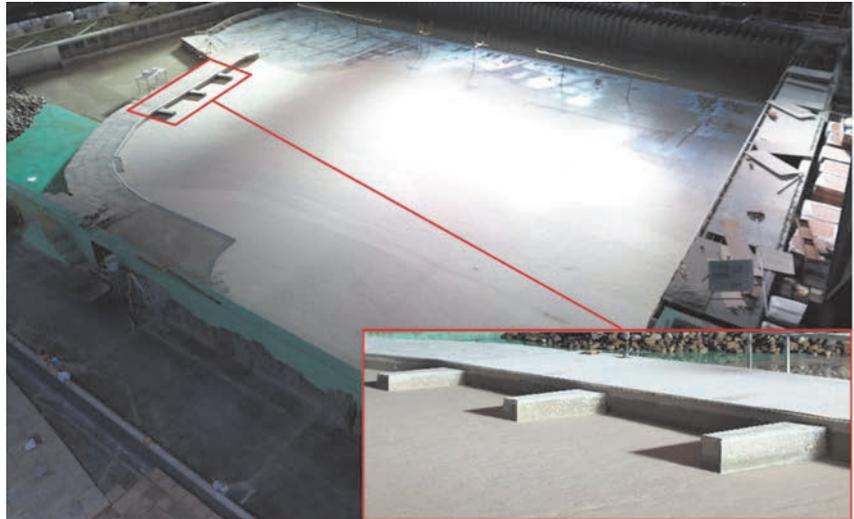
La distribución espacial de los valores de actividad de tritio muestra un aumento de oeste a este, coherente con la circulación atmosférica general que origina las lluvias, en la que predomina una componente de vientos del oeste y un origen de vapor del Atlántico Subtropical. Los valores más elevados se sitúan en el interior y este de la Península. Ello es consecuencia de: 1) el reciclado de vapor de agua en el microcontinente ibérico, y 2) los diferentes tipos de precipitación, estratiforme o convectiva, que dominan respectivamente en el oeste y este de la Península.

El análisis de la distribución espacial y temporal de la actividad de tritio en la precipitación en España en los 20 años de existencia de la REVIP es de alto interés para definir los valores de referencia para el trazado de ríos y acuíferos, la evaluación de los tiempos de residencia del agua en estos medios y, por tanto, de su vulnerabilidad en cantidad y calidad, y para dar apoyo al estudio del cambio climático. Estos mapas definen también el nivel de radiación de fondo natural de tritio, sobre el que pueden detectarse tendencias o valores anómalos que afecten a la calidad del agua, siempre y cuando se apliquen los mismos métodos de medida y límites de detección (>0,5 Bq/l).

MODELO FÍSICO 3D CON FONDO MÓVIL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN EN LA PLAYA DEL SARDINERO

Contacto: jose.f.sanchez@cedex.es

El estudio, encargado por la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, ha dado lugar a sendas propuestas para mejorar el control de la erosión y evitar el riesgo de inundaciones inducido por una de las estructuras proyectadas.



Vista general del modelo físico de fondo móvil. Detalle de los espigones proyectados.

Otras actuaciones destacadas de la Dirección de Ingeniería de Costas

- Estrategia para la protección de la costa del Mar Menor
- Seguimiento morfodinámico de las playas de Laredo (Cantabria) y Orzán (A Coruña)
- Estudios sobre el proyecto de estabilización de las playas Magdalena-Peligros (Cantabria)
- Propuesta de actuaciones en la playa de Caleta de Fuste (Fuerteventura)
- Seguimiento remoto de la zona litoral
- Ensayos en modelo físico 2D de gran escala con fondo móvil de playas como protección del territorio frente a temporales de oleaje

A finales de 2017, la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar solicitó a CEDEX el estudio en modelo físico del proyecto para el control de la erosión de la playa del Sardinero (Santander), al objeto de verificar la solución de proyecto y proponer posibles mejoras. El modelo físico 3D con fondo móvil se ha ensayado a escala 1/20 en el **tanque de oleaje multidireccional del Laboratorio de Experimentación Marítima** del Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX.

Los ensayos han puesto de manifiesto que los tres espigones propuestos interceptan la onda corredera que actualmente se forma a lo largo del muro, reduciendo la erosión de la playa. No obstante, el proyecto no elimina por completo algunas de las reflexiones que se producen en el citado muro, por lo que se ha propuesto realizar una modificación, consistente en una escollera adosada al muro en la zona donde persistían dichas reflexiones. Esta modificación ha mejorado el comportamiento de las obras, ya que ha modificado la orilla de la playa favorablemente con muy poco tiempo de ensayo. Si bien no es imprescindible, sí se ha considerado recomendable.

Además de permitir el **estudio de la eficacia del proyecto**, el modelo ha revelado un incremento significativo del **riesgo de rebases** en el paseo marítimo, donde en las condiciones actuales ya se producen rebases con relativa frecuencia, cuando coinciden temporales de oleaje con mareas vivas. Este riesgo de inundaciones y las alternativas para mitigarlo también se han estudiado en una segunda fase del trabajo, en la que se han estudiado diversas alternativas para reducir los rebases, dando lugar a una **propuesta de actuación** para conseguir niveles de rebases similares o incluso ligeramente inferiores a los que se producen actualmente.

ESTUDIO DE LA FASE DE TRANSPORTE DE UNA PLATAFORMA FLOTANTE PARA EL SOPORTE DE AEROGENERADORES MARINOS (PROYECTO TELWIND)

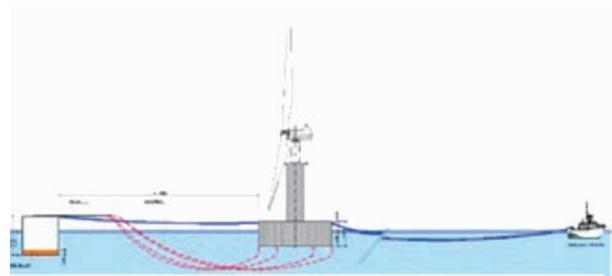
Contacto: jose.m.montero@cedex.es

La Unidad de Simulación de Maniobra de Buques del Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC) ha participado en el Proyecto TELWIND (TELWIND. INTEGRATED TELESCOPIC TOWER AND EVOLVED SPAR FLOATING SUBSTRUCTURE FOR LOW-COST: DEEP OFFSHORE WIND AND NEXT GENERATION OF 10MW+ TURBINES. TELWIND-WP7-D7.3-TRANSPORT TANK EXPERIMENTAL TEST RESULTS), proyecto I+D+i financiado por la Unión Europea consistente en el estudio de una plataforma flotante para el soporte de un aerogenerador marino, llevándose a cabo por esta Unidad de Maniobra el estudio de simulación de la fase de transporte de la plataforma.

El objetivo de este estudio se centró en evaluar la viabilidad del **remolque en alta mar** del soporte de la cimentación de un aerogenerador marino flotante y de su tanque estabilizador de lastre, ambos conectados entre sí y a flote, mediante un único remolcador. Para ello se ha elaborado un área geográfica y los **modelos visuales y matemáticos** del soporte del aerogenerador y del tanque estabilizador. El ajuste de estos modelos se realizó a partir de los resultados de su comportamiento ante el oleaje, realizados con modelos físicos a escala.

Las simulaciones del tren de remolque se realizaron empleando de manera simultánea **tres puentes de maniobra** del sistema de simulación. Se llevaron a cabo remolques a 2.0 y 3.0 nudos de velocidad con oleajes irregulares de 2.5m de altura significativa y período medio en el entorno de los períodos característicos de los artefactos. Se hizo incidir el oleaje sobre el remolcador por proa, popa, amura, través y aleta. Durante las simulaciones se han registrado los valores instantáneos de las fuerzas en las líneas de remolque, así como los movimientos, velocidades y aceleraciones según los seis grados de libertad de los tres artefactos.

La **operación de remolque** resultó viable con las alturas de ola de 2.5 m ensayadas. El remolcador tuvo capacidad de tiro suficiente sin haber empleado su máquina más allá del 50% en ninguna simulación. El conjunto mantuvo una trayectoria en planta estable incluso con mares de popa o de través. Las **tensiones en las líneas de remolque** se mantuvieron dentro de los rangos aceptables, registrándose los valores máximos con mares de proa de altura 2.5 m y periodo de 6.0 s (48.0 t en la línea principal y 29.0 t en las líneas secundarias).



ARRIBA. Esquema del Sistema de Transporte.

IZQUIERDA. Simulación del remolque del aerogenerador.

ESTUDIOS SOBRE EL PROYECTO DE AMPLIACIÓN EXTERIOR DEL PUERTO DE MELILLA

Contacto: jose.m.valdes@cedex.es



ARRIBA. Modelo físico 3D a escala 1/100 para el estudio en planta de contradique.

ABAJO. Tramo de arranque del dique (entronque sección vertical y talud).

Entre las diferentes actividades desarrolladas en el Laboratorio de Experimentación Marítima de CEPYC, se destacan los estudios que se han llevado a cabo en las dos últimas décadas sobre numerosos proyectos de ampliación en los Puertos de Interés General. El objetivo es analizar diferentes aspectos del diseño, tanto los relacionados con la explotación y operatividad como los relacionados con el dimensionamiento de las estructuras enfrentadas al oleaje. En 2018 se han realizado diversos trabajos para el estudio del Proyecto de Ampliación Exterior del Puerto de Melilla, los cuales se acometieron por encargo de Puertos del Estado y la Autoridad Portuaria de Melilla (APM) a CEDEX.

Los estudios realizados sobre el Proyecto de Ampliación Exterior del Puerto de Melilla tuvieron como objetivo la verificación mediante **ensayos en modelo físico** del diseño de la planta y de las obras de abrigo que constituyen la ampliación. Asimismo, se realizó un análisis mediante el **simulador de maniobra de buques**, de las condiciones de maniobra de los buques que se prevé que vayan a utilizar la nueva instalación. La configuración de las obras, así como las condiciones de oleaje de estudio y las características de los buques, fueron las definidas por la APM en base al Proyecto de Ampliación.

Para el estudio de verificación del diseño en planta se llevaron a cabo ensayos en modelo físico tridimensional (3D) a escala 1/100. En los ensayos se analizó la **agitación del oleaje** en el interior de la instalación, así como el comportamiento de **barcos atracados**, para tres tipos de buques definidos por la APM. Los resultados de los ensayos permitieron determinar las **condiciones de explotación y operatividad**, expresada ésta en número de horas al año en las que se exceden las condiciones de explotación en los diferentes atraques considerados.

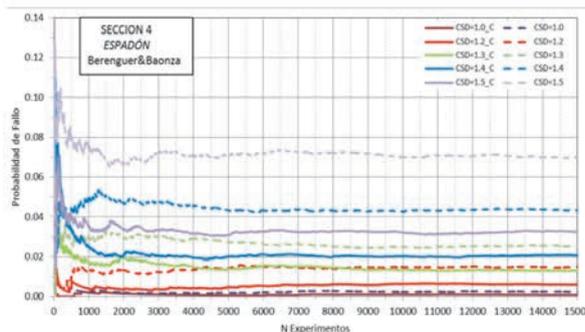
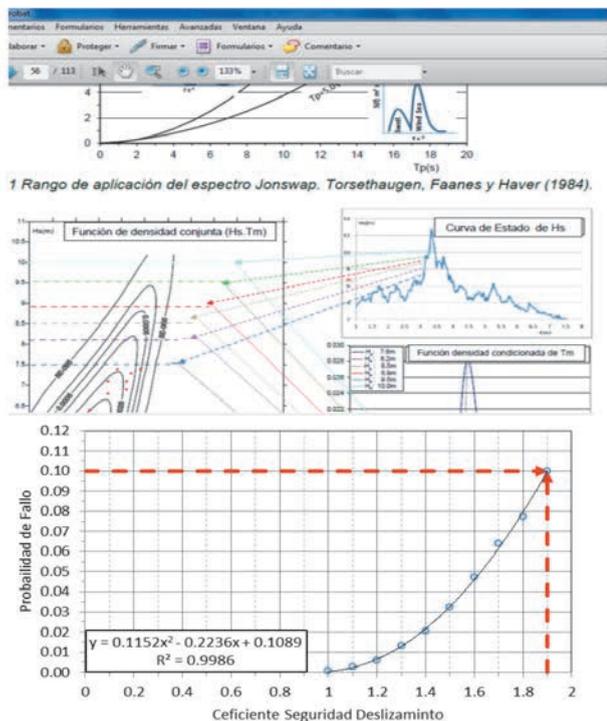
Para el estudio de verificación del **comportamiento estructural y funcional** del nuevo dique de abrigo, se llevaron a cabo dos tipos de ensayos: ensayos en modelo físico bidimensional (2D) a escala 1/36, en los que se analizó la sección tipo del tramo principal, la cual es de tipología vertical, y ensayos en modelo tridimensional (3D) a escala 1/40, en los que se verificó el comportamiento del tramo de arranque del dique, constituido por una primera alineación en talud y una segunda de tipo vertical, siendo el objeto principal de este ensayo el entronque entre ambas alineaciones. Los ensayos sobre el dique de abrigo se llevaron a cabo para el oleaje de cálculo definido en el Proyecto de Ampliación, obteniéndose de esta forma la información necesaria para el dimensionamiento de los diferentes tramos del nuevo dique.

A partir de los resultados de los ensayos 3D se plantearon algunas **modificaciones en la solución de proyecto**, tales como el aumento de peso de los bloques en el morro de la alineación en talud y el aligeramiento en la zona del tronco (reducción de peso bloques), así como la reducción de la cota de coronación en dicha alineación.

Mediante el simulador de maniobra de buques en tiempo real se realizó un estudio sobre la **viabilidad y seguridad de las maniobras de los buques** previstos en la nueva instalación. El estudio se ha llevado a cabo para diferentes condiciones meteorológicas (medias y extremas), analizándose además la necesidad de utilizar **remolcadores** para la realización de las mismas en las necesarias condiciones de seguridad.

ELABORACIÓN DEL ATLAS DE OLAJE DE DISEÑO EN LOS ENTORNOS PORTUARIOS

Contacto: maria.j.martin@cedex.es



Análisis probabilista de la estabilidad de un espaldón en un dique de abrigo portuario.

En el ámbito de la caracterización climática se ha realizado el Atlas del Oleaje de Diseño para la costa norte peninsular española. Entre las diferentes actividades desarrolladas en el Sector de Estudios de Clima y Marítimos cabe destacar los trabajos de experimentación numérica para el diseño en planta de instalaciones marítimas, los de caracterización del clima marítimo y el análisis de sus efectos en los accidentes de buques en sus travesías, y en la vulnerabilidad de la costa.

CEPYC ha continuado dando apoyo a Puertos del Estado (PE) en su programa de I+D+i, para el desarrollo de nuevas metodologías para de la **caracterización del clima marítimo** y sus efectos en las estructuras dentro del marco de nuevas Recomendaciones para Obras Marítimas (ROM).

Dentro de esta actividad se ha elaborado el Atlas de Oleaje de Diseño para la Costa Norte Peninsular Española donde se detallan las características de los temporales en términos de su **altura, periodo, magnitud, dirección de procedencia y el patrón de tormenta** que, para cada emplazamiento, permite extrapolar los temporales registrados a los periodos de retorno para los que se dimensionan las obras marítimas de abrigo.

El trabajo incorpora la aplicación práctica de esta caracterización a la metodología propuesta para el análisis probabilista multivariado de la **vulnerabilidad de estructuras** de distinta tipología frente a distintos modos de fallo. Estas metodologías son las que actualmente se apuntan por el *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* para el análisis del riesgo de la costa frente al aumento progresivo del **efecto del cambio climático** en el nivel del mar y la dureza de los temporales.

ORDENACIÓN DEL ESPACIO MARÍTIMO (OEM). SIMNORAT Y SIMWESTMED

Contacto: ana.lloret@cedex.es / carla.murciano@cedex.es

Durante los años 2017 y 2018 CEPYC, respaldado por la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar (DGSCM), ha participado en dos proyectos europeos centrados en desarrollar experiencias piloto de OEM:

Proyecto SIMNORAT, apoyo a la implementación de la ordenación del espacio marítimo en el Atlántico norte de Europa

Proyecto SIMWESTMED, apoyo a la implementación de la ordenación del espacio marítimo en el Mediterráneo occidental

La Directiva 2014/89/UE, en vigor desde 2014, establece un marco para la Ordenación del Espacio Marítimo (OEM) y ha sido transpuesta al derecho español a través del Real Decreto 363/2017. La OEM, en vista de que las zonas marinas y costeras son objeto de un número creciente de usos y actividades humanas no suficientemente regulados ni coordinados entre sí, se concibe como una herramienta para compatibilizar la gestión sostenible e integrada de las actividades humanas en el mar, la conservación de los ecosistemas y la gestión sostenible de sus recursos.

La **cooperación transfronteriza** es requisito indispensable de la Directiva para garantizar la coherencia de los futuros planes de ordenación en una misma región marina. Así, el CEDEX ha colaborado activamente en ambos proyectos con instituciones de los países ribereños de las diferentes regiones marinas ámbito de los proyectos: Francia y Portugal, en SIMNORAT; y Francia, Italia y Malta, en SIMWESTMED.

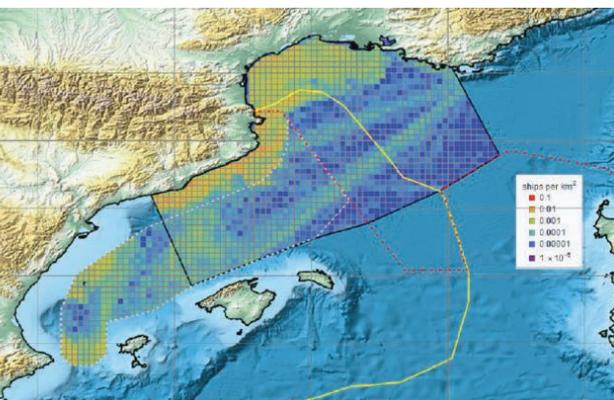
Diversas actividades han sido diseñadas para generar conocimiento sobre la OEM y dar respuesta a las obligaciones de la Directiva. Entre ellas, se ha trabajado en **dos áreas piloto transfronterizas** entre Francia y España: el Golfo de Vizcaya en el caso de SIMNORAT, y el Golfo de León en el de SIMWESTMED. En ellas se ha realizado una evaluación del impacto acumulado de las presiones de las actividades marítimas en organismos pelágicos: cetáceos y aves marinas.

Este ejercicio original ha permitido el desarrollo de una metodología conjunta de análisis, basada en una gestión y un tratamiento compartidos de datos franceses y españoles que, a la larga, podría desembocar en una herramienta de planificación para la **toma de decisiones conjunta** en el marco de una gestión integrada de los espacios marinos.

Asimismo, se ha realizado un ambicioso ejercicio de involucración de los grupos de interés a través de diferentes **métodos, desarrollados de forma simultánea en los diferentes países.**

Tanto SIMNORAT como SIMWESTMED han permitido el fortalecimiento de capacidades de las instituciones socias en materia de OEM, esencial para una mayor y mejor contribución a los procesos nacionales en curso en los Estados Miembros de la UE.

Densidad de tráfico marítimo, verano de 2016.
Caso de estudio golfo de León. Proyecto SIMWESTMED.



CONTROL LIMNOLÓGICO DEL LAGO DE SANABRIA

Contacto: manuel.toro@cedex.es



El lago de Sanabria es una masa de agua de origen glaciar con unas características ecológicas singulares y de enorme interés por su ubicación geográfica que lo convierten en un ecosistema único en Europa. La concentración de la presión antrópica durante los meses estivales motivó la preocupación de la Confederación Hidrográfica del Duero, que promovió la realización de un estudio limnológico exhaustivo del lago y su cuenca.

- El lago de Sanabria representa un ecosistema único en Europa
- Las actuaciones comenzaron en 2015, y tienen una duración de 4 años
- Participación en el estudio de los principales organismos públicos nacionales especializados en cada una de las materias a estudiar
- Se controlan parámetros e indicadores físico-químicos, biológicos e hidromorfológicos

El Centro de Estudios Hidrográficos realiza la mayor parte de los trabajos de muestreo y recopilación de datos en el lago y su cuenca, y de los análisis físico-químicos y biológicos, así como la coordinación de los trabajos de gabinete y análisis de la información obtenida en el trabajo.

En este estudio participan numerosos centros de investigación, universidades y organismos, especializados en cada una de las materias a estudiar: Universidad de Salamanca, Laboratorio de limnología del Parque Natural del Lago de Sanabria, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, Instituto Pirenaico de Ecología, Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals, Instituto de Física de Cantabria y Universidad de Granada.

Los objetivos principales del proyecto son:

- Estudio limnológico pormenorizado del lago y su cuenca, realizando un seguimiento bianual intensivo que contempla tanto el medio abiótico, como biótico (principales indicadores biológicos)
- Realización de una cuantificación y balance de la carga de nutrientes que recibe el lago de Sanabria por las diferentes fuentes (vertidos, precipitación, depósito atmosférico, escorrentía y cursos de agua superficiales)
- Realización de un análisis estadístico de los resultados históricos y los que se están recopilando a través de este programa para evaluar las tendencias recientes del ecosistema, estudiando la relación entre los distintos indicadores limnológicos (físico-químicos, biológicos e hidromorfológicos) y con las series de datos históricos climáticos a escala local y regional
- Estudio de diversos bioindicadores de fauna acuática y semiacuática adicionales a los requeridos para la evaluación del estado ecológico, con el objetivo de mejorar el conocimiento de las redes tróficas del ecosistema
- Desarrollo de un programa de divulgación y difusión de los resultados del proyecto
- Realización de una serie de recomendaciones para la mejora de los programas de seguimiento del estado ecológico, y la gestión y protección del lago de Sanabria

Estos trabajos permitirán el **conocimiento profundo de todo el ecosistema en su conjunto**, tanto de su parte abiótica (agua y sedimentos, y su dinámica espacio-temporal) como de la parte biótica (indicadores principales: invertebrados bentónicos, zooplancton, macrófitos, fitoplancton, y fitobentos), lo cual posibilitará, a su vez, una **valoración muy precisa de su estado ecológico, la cuantificación de las presiones**, en especial las entradas de nutrientes u otros posibles contaminantes, y la **determinación del estado trófico del lago**.

ESTUDIO HIDRÁULICO DE LA PRESA DE ANGOSTURA (PERÚ)

Contacto: juan.j.rebollo@cedex.es

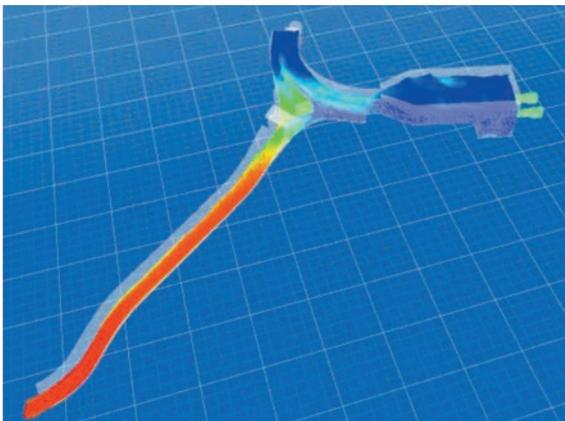
- Plan de Regadío de las Pampas de Majes-Siguas, región de Arequipa (Perú)
- Presa de Angostura (105 m de altura con un embalse de 1.140 hm³ de capacidad). Regadío de 60.500 ha
- Modelización física (1/25) y matemática. Optimización del diseño de:
 - Estructuras hidráulicas de la toma
 - Entrada al túnel de Púcara
 - Aliviadero de medio fondo
 - Obra de reincorporación al cauce

Dentro del Plan de Regadío de las Pampas de Majes-Siguas, se está construyendo al norte de la región de Arequipa la presa de Angostura. Se trata de una presa de grandes dimensiones que permitirá poner en regadío una superficie de 60.500 ha. En el Centro de Estudios Hidrográficos se ha realizado un estudio en modelo físico a escala 1/25, apoyado con otros estudios en modelo matemático con el fin de optimizar el diseño de las estructuras hidráulicas de la toma, la entrada al túnel de Púcara, el aliviadero de medio fondo y la obra de reincorporación al cauce.

Primeramente se han realizado los siguientes **estudios previos** al proyecto y construcción del modelo:

- Análisis hidráulico de la capacidad teórica del túnel Pucará-Transandino. Caracterización de la sección de control y análisis de sensibilidad para determinar la curva de capacidad de la conducción
- Análisis de la sección de control de salida en el cauce del río Apurímac, que fijará el calado que se deberá imponer en la salida inferior del modelo y que determinará los efectos sobre la erosión en el cuenco de amortiguamiento y el resto del cauce
- Análisis de la zona de impacto del flujo procedente del trampolín

Se ha realizado el estudio experimental de la solución inicial de la obra de toma y el desagüe de fondo analizando el comportamiento hidráulico en **cinco escenarios de funcionamiento**, combinando diferentes caudales con aperturas o cierres de la compuerta del túnel de Pucará-Transandino. En base al análisis de los resultados obtenidos durante la fase experimental, se considera necesario introducir importantes **mejoras en el diseño inicial de la obra**. Para ello, se ha llevado a cabo un estudio de alternativas con **modelación numérica 3D** con el fin de seleccionar la alternativa óptima para la mejora de la solución inicial.



Modelación numérica tridimensional.



Modelo físico del aliviadero de la presa de Angostura (Perú).

MEJORA DE LA SEGURIDAD HIDROLÓGICA DE LAS PRESAS

Contacto: luis.balairon@cedex.es / antonio.jimenez@cedex.es

Muchas de las presas españolas en servicio tienen una antigüedad muy grande y fueron concebidas con unos criterios de diseño claramente inferiores a los que la actual normativa exige a las presas de nueva construcción. Por ello, en el Centro de Estudios Hidrográficos se ha llevado a cabo durante el año 2018 un proyecto para adaptar diversas infraestructuras a la actual Reglamentación.

Aliviadero de la presa de El Atance (demarcación hidrográfica del Tajo)

El estudio realizado ha permitido diseñar una nueva transición entre el umbral y la rápida uniforme del aliviadero escalonado existente, así como adaptar el aliviadero a la avenida de 1.000 años de periodo de retorno (frente a la de 500 para la que se diseñó originalmente). En el estudio se han aplicado los criterios de diseño establecidos por el CEDEX para esta tipología de aliviaderos a partir de numerosos proyectos de investigación desarrollados en el Centro de Estudios Hidrográficos.

Aliviadero de la presa de Pálmaces (demarcación hidrográfica del Tajo)

El aliviadero tiene un diseño muy singular, ya que dispone de un elemento de disipación de energía intermedio, tiene la solera dividida longitudinalmente en dos partes a distinto nivel y el trazado en planta es curvo. Además, y debido a que el vertedero actual de la presa tiene un perfil en pared gruesa, su capacidad de desagüe es menor que la que figura en las normas de explotación de la presa. Se ha realizado un estudio en el Laboratorio de Hidráulica en modelo físico a escala 1/40 del aliviadero de esta presa para proponer las modificaciones precisas para su correcto funcionamiento. Este estudio da continuidad a otro trabajo llevado a cabo sobre los problemas en el funcionamiento del desagüe de fondo de esta presa.

Presa del Ebro (demarcación hidrográfica del Ebro)

La obra de descarga conjunta de los órganos de desagüe es una obra histórica muy singular y compleja que restituye al río Ebro los caudales procedentes del aliviadero de superficie, diversas tomas y desagües de fondo. Se ha realizado una revisión del estudio hidrológico de las Normas de Explotación, así como del resto de documentación disponible. Entre otras cuestiones se ha comprobado si los niveles máximos alcanzados respetan los resguardos mínimos exigidos en la normativa actual. Por otra parte, se ha analizado la estructura hidráulicamente mediante ensayos en el modelo físico de la obra de descarga conjunta al río de los órganos de desagüe para diversas condiciones de funcionamiento de dichos órganos.

Presa de Camporredondo (demarcación hidrográfica del Duero)

Cuenta con dos aliviaderos, uno por cada margen, siendo el de la margen derecha en el que se han identificado algunos problemas de funcionamiento. Se han revisado los últimos estudios hidrológicos realizados, permitiendo comprobar si los niveles máximos mantienen los resguardos mínimos exigidos en la normativa actual. En cuanto a los estudios hidráulicos, tras una modelación matemática tridimensional previa que permitió la identificación de algunos problemas en el funcionamiento del aliviadero de la margen derecha, se ha construido un modelo físico de dicho aliviadero y se han analizado con mayor detalle los problemas indicados y se han propuesto soluciones. Entre otros aspectos, en el modelo físico se ha analizado el despegue de la lámina, se ha obtenido la curva de gasto, tanto con la compuerta totalmente abierta como con aperturas parciales y se han analizado el flujo en todo el aliviadero, especialmente en la zona en túnel con curva en planta.



Presa de El Atance.



Presa del Ebro.



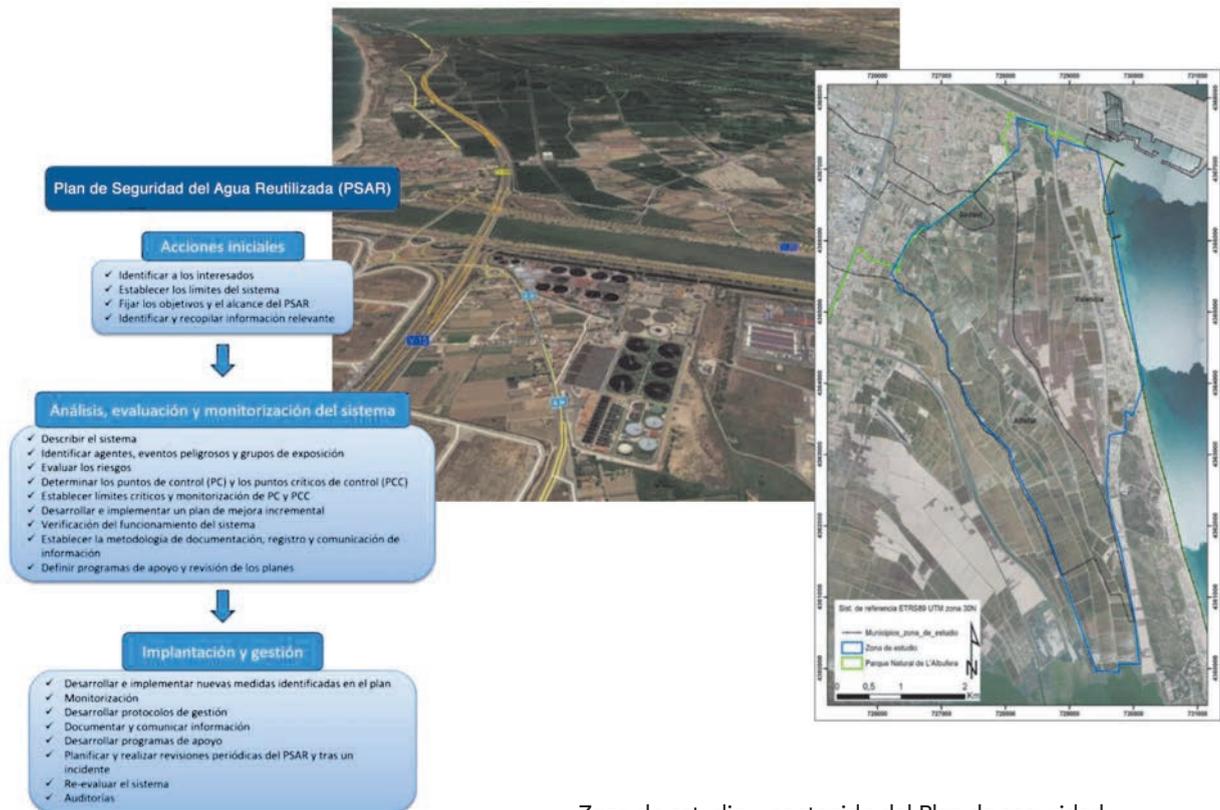
Presa de Pálmaces.

REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN EUROPA

Contacto: ignacio.rio@cedex.es

Desde el Centro de Estudios Hidrográficos (CEH) se ha colaborado en la revisión del documento elaborado por el Joint Research Center sobre los requerimientos mínimos de calidad para los usos de riego y recarga de acuíferos, que ha servido de base para el desarrollo de una propuesta de reglamento europeo. También se ha colaborado en la revisión de esta propuesta, analizando sus contenidos, alcances y planteamientos. Se ha acompañado, asimismo, a la Dirección General del Agua a las reuniones técnicas que en el ámbito europeo se han celebrado para debatir sobre estos documentos.

Esta nueva reglamentación europea propone un **nuevo procedimiento de gestión de los sistemas de reutilización basado en la gestión del riesgo**. Esta metodología es novedosa y no existe experiencia en la Unión Europea al respecto. Por ello, durante el año 2018 se ha desarrollado un **proyecto piloto para la elaboración del "Plan de seguridad del Agua reutilizada (PSAR) del sistema Pinedo-Acequia del Oro"** que tiene por objeto evaluar todas las implicaciones que tiene el nuevo reglamento europeo, así como desarrollar metodologías para su implementación e identificar los cambios a introducir en nuestra legislación. Asimismo, este proyecto aporta un conocimiento práctico fundamental para la negociación del reglamento europeo que se está desarrollando. El proyecto está liderado por la Dirección General del Agua y participa el CEH junto con todas las instituciones implicadas. Actualmente se cuenta con una versión muy avanzada del PSAR en lo que respecta a la identificación de riesgos y su valoración.



Zona de estudio y contenido del Plan de seguridad del agua reutilizada del sistema Pinedo-Acequia del Oro.

PROGRAMAS DEL FONDO DE COOPERACIÓN PARA AGUA Y SANEAMIENTO

Contacto: ignacio.rio@cedex.es

Desde el Centro de Estudios Hidrográficos se presta asistencia técnica especializada a los programas del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS), por encargo de la Secretaría de Estado de Cooperación Internacional y para Iberoamérica. Los trabajos consisten principalmente en la orientación, supervisión y revisión de los proyectos desarrollados por el Fondo.



Reactores anaerobios de la PTAR de San Gabriel (Bolivia).

- Asistencia técnica especializada a los programas del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS) en Bolivia, Panamá, Cuba y Nicaragua
- El Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX es el encargado de orientar, supervisar y revisar los proyectos desarrollados por el Fondo

En **Bolivia** se ha prestado apoyo en la elaboración de una Estrategia Nacional de Tratamiento de Aguas Residuales. Esta estrategia es realmente una planificación sectorial que aborda tanto el eje de infraestructuras, como la operación del servicio, la concienciación para la generación de la demanda, el marco institucional y normativo y la capacitación. Se han revisado los principales documentos y mantenido múltiples reuniones para orientar adecuadamente los trabajos. Asimismo, en diferentes viajes se ha participado en talleres con los representantes del sector boliviano.

Por otra parte, se ha colaborado en la preparación de una guía sobre la implantación de sistemas de tratamiento de aguas residuales. Esta guía presenta la singularidad de analizar y comparar para cada aspecto y tecnología la situación en los tres pisos ecológicos existentes en Bolivia (altiplano, valles y llano). Especialmente importante ha sido la revisión y propuesta de cargas contaminantes generadas por habitante diferenciadas por piso ecológico y tamaño de población.

Se ha realizado el seguimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales construidas por el programa del FCAS en pequeñas comunidades. Primeramente se supervisó una campaña de toma de datos y, posteriormente, se ha comenzado una revisión y diagnóstico de las instalaciones. En estos diagnósticos existe el doble objetivo de formar a los técnicos de las instituciones bolivianas para que puedan realizar este apoyo y supervisión.

También, con el fin de realizar un reforzamiento institucional, se ha comenzado a prestar apoyo a las instituciones bolivianas en la revisión de estudios de alternativas y de proyectos de grandes plantas de tratamiento (El Alto, La Paz, Tarija y Cochabamba).

En **Panamá** se ha colaborado con el Ministerio de Salud, organismo rector del abastecimiento y saneamiento de dicho país, en la revisión de la propuesta de "Política Nacional de Agua Potable y Saneamiento para la República de Panamá 2017-2030".

En **Cuba** se ha prestado apoyo al Programa de Mejora de la Gestión Integral del Agua en las Cuencas Tributarias de la Bahía de La Habana, supervisando la definición del proyecto de la planta de tratamiento de Monterrey. Además, se ha revisado también el proyecto de la planta de tratamiento de Nueva Gerona y se ha dado apoyo en la elaboración de la propuesta del Plan de Saneamiento de la Habana, que se va a desarrollar en los próximos años.

En **Nicaragua** durante 2018 se han revisado diferentes cuestiones de los proyectos de las plantas de tratamiento de Masaya y Acoyapa.

EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN ESPAÑA

Contacto: mirta.dimas@cedex.es

El Centro de Estudios Hidrográficos (CEH) está realizando el inventario de recursos hídricos en régimen natural en España para la revisión de los planes hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas, en colaboración con las Oficinas de Planificación Hidrológica de los organismos de cuenca, el Instituto Geológico y Minero de España y con la información suministrada por la Agencia Estatal de Meteorología.

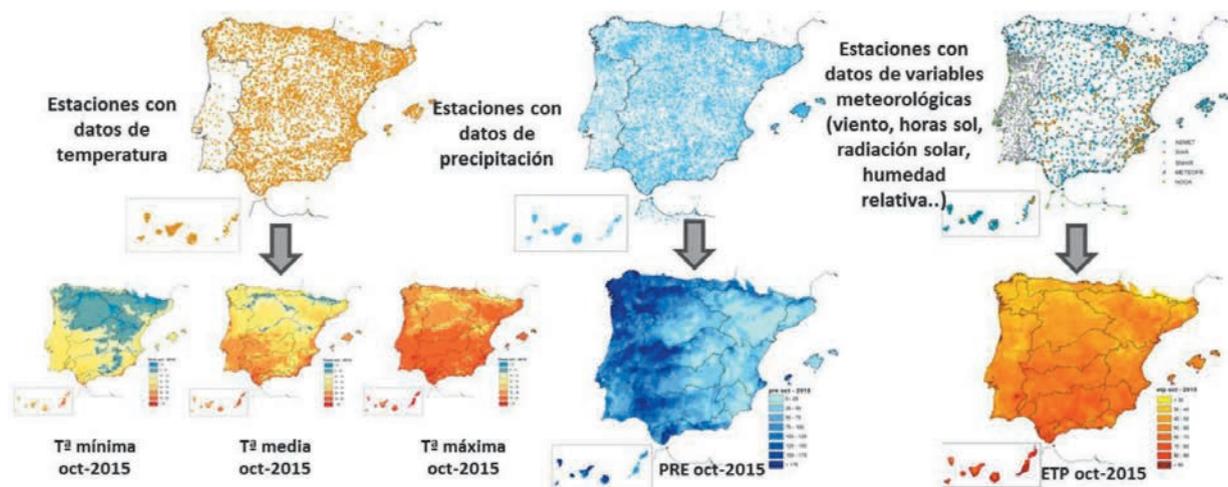
Este trabajo consiste en la **estimación de los recursos hídricos de España en régimen natural mediante la simulación del ciclo hidrológico con una metodología homogénea y contrastada en el conjunto de España**, continuación de otros trabajos similares, como las evaluaciones de recursos hídricos del Libro Blanco del Agua en España, del Plan Hidrológico Nacional y del inventario de recursos hídricos naturales de los planes hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del primer ciclo.

Para su elaboración se está empleando el **modelo de simulación precipitación-aportación SIMPA** desarrollado en el CEH. Se trata de un modelo conceptual y cuasi-distribuido que simula el proceso de transformación de precipitación en escorrentía, contemplando la dinámica de almacenamiento del agua en suelos y acuíferos. Este modelo simula los procesos hidrológicos a escala mensual, en régimen natural y en cualquier punto de la red hidrográfica.

- Información fundamental para la revisión de los planes hidrológicos
- Simulación del ciclo hidrológico con una metodología homogénea y contrastada en el conjunto de España
- Empleo del modelo de precipitación-aportación SIMPA desarrollado en el CEH

En el marco de la mencionada actualización se están llevando a cabo los siguientes trabajos de **mejora de las anteriores versiones**:

- Análisis de la calidad de las series de datos foronómicos.
- Actualización de la información de las variables climatológicas hasta el año hidrológico 2015/16 junto con la revisión de la calidad de estas series y del proceso de interpolación para subsanar deficiencias locales detectadas en los mapas interpolados.
- Modificación del software de cálculo del modelo hidrológico para contemplar de manera más adecuada el cálculo de la acumulación y fusión de nieve, el cálculo de la fase subterránea del ciclo hidrológico y el tratamiento de los humedales en conexión con el modelo de aguas subterráneas.



Actualización, revisión y mejora de los mapas de temperatura, precipitación y evapotranspiración potencial.

EXPOSICIÓN Puentes ARCO EN ESPAÑA

Contacto: dolores.romero@cedex.es



Maqueta del Puente sobre el río Arga en Puente la Reina (Navarra).

Exposición, en la que de forma monográfica el Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (CEHOPU) aborda la evolución de la construcción de puentes a lo largo de la historia.

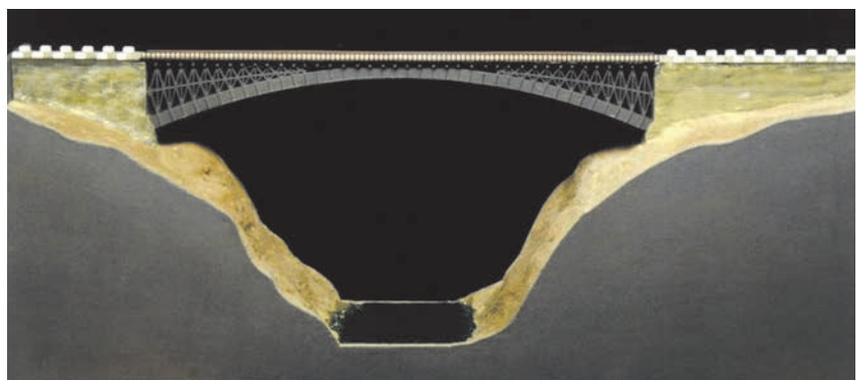
La exposición itinerante "Puentes arco en España" **fue inaugurada el 13 de marzo de 2018 en Albacete**, en colaboración con la Demarcación de Castilla La Mancha del Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos y del Ayuntamiento de la localidad. La exposición que permaneció abierta hasta el 3 de junio de 2018, pretendía mostrar al gran público un conjunto de realizaciones que sirvieran de hilo conductor en el recorrido por un capítulo esencial de la historia de la ingeniería.

En esta selección se muestra el predominio del arco de medio punto desde la época romana hasta el siglo XVIII. Excepción en este largo período son algunos puentes medievales, erigidos con arcos apuntados y otros dieciochescos de arcos rebajados. El quinientos español alumbró estructuras singulares como el de Almaraz, cuyo arco de 38 m de luz fue el mayor construido en España.

Con la revolución industrial y la incorporación del hierro, se repite la estructura de arco portante, aunque el nuevo material daría paso a otras tipologías como los de viga en celosía. Con la aparición del hormigón en el siglo XX, en sus distintas modalidades, armado, pretensado y postensado, que hoy quedan englobadas en el hormigón estructural, la ingeniería de puentes alcanzará los mayores alardes técnicos.

Se organizó en función de los materiales y de las épocas a través de cinco áreas:

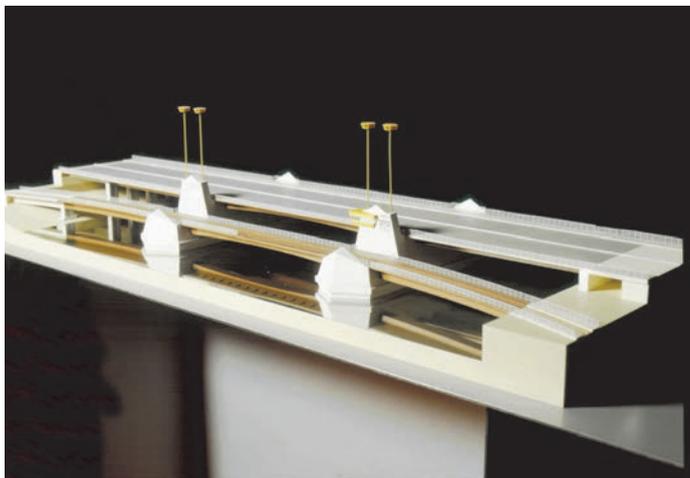
- Técnicas constructivas romanas y grandes luces
- Puentes medievales
- Grandeza y pervivencia de los puentes de fábrica: siglos XVI-XIX
- Los nuevos materiales de la época industrial: puentes de hierro y acero
- Aparición y auge del hormigón estructural



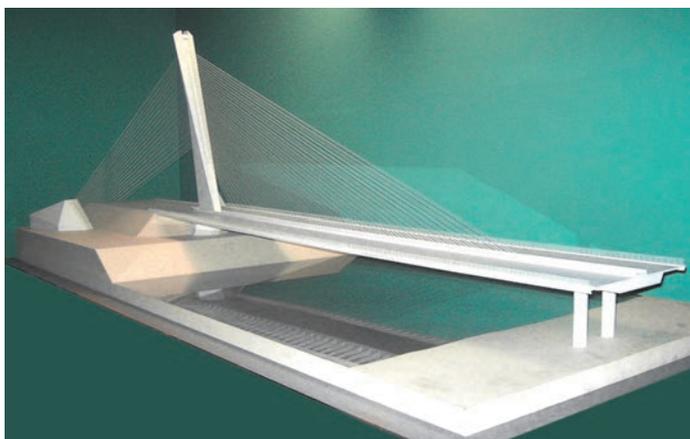
Puente del Grado sobre el río Cinca.

TIERRA, AGUA, AIRE. 40 AÑOS DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA AL SERVICIO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA

Contacto: dolores.romero@cedex.es



Puente de Las Delicias sobre el río Guadalquivir (Sevilla).



Puente de Sancho el Mayor sobre el río Ebro (Castejón, Navarra).

Para la celebración de los 40 años de la Constitución Española, el Ministerio de Fomento, empresas, agencias y organismos del Grupo Fomento han preparado diferentes actos y actividades que muestran la trayectoria y evolución de nuestros ámbitos de competencia desde 1978.

Desde el 14 de noviembre hasta el 14 de diciembre de 2018, en La Arquería de Nuevos Ministerios permanecieron expuestas 170 piezas representativas de los **principales hitos y de la evolución de Fomento desde 1978 hasta la fecha**. Sobre la base de “Por Tierra Agua y Aire” se presentan las obras más significativas y singulares del periodo que se conmemora, por medio de maquetas, objetos y paneles gráficos y de texto.

La colaboración de CEHOPU se materializó con el asesoramiento de las obras elegidas, imágenes y textos, y la cesión de 15 maquetas de su Colección de Historia de las Obras Públicas.

La muestra pretende acercar al público la labor que ha venido realizando el Grupo Fomento, desde el advenimiento de la democracia hasta la actualidad, en términos de vertebración territorial, cohesión social, movilidad, conectividad, solidaridad, crecimiento inclusivo y desarrollo sostenible.

El cumpleaños de nuestra Carta Magna fue una excelente oportunidad para poner en valor la **contribución de los equipamientos terrestres (vial y ferroviarios), portuarios y aeronáuticos, al progreso y a la modernización de España**, que le han valido el reconocimiento como el **décimo país del mundo con mejores infraestructuras, según el Foro Económico de Davos**.

Las piezas de la exposición han sido cedidas por las instituciones colaboradoras: RENFE, ADIF, Puertos del Estado, SASEMAR, AENA, ENAIRE, AESA, AESF, Secretaría General de Vivienda, Dirección General de Carreteras, SEPES, SEITT, SENASA, INECO, CEDEX e Instituto Geográfico Nacional

MÁSTER EN MECÁNICA DEL SUELO E INGENIERÍA GEOTÉCNICA - 36ª EDICIÓN

Contacto: jadiez@cedex.es

Máster en Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica

Comenzó como curso internacional gestado en los años 80 por José Antonio Jiménez Salas

Es título propio de la UNED desde 2012 y tiene una equivalencia de **60 créditos** según el Sistema Europeo de Transferencia y Acumulación de Créditos (ECTS)

En 2018 el Laboratorio de Geotecnia dirigió y coordinó la 36ª edición del Máster en Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica, organizado conjuntamente por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) y el CEDEX con la colaboración del departamento de Formación.

Durante la fase lectiva, con **14 módulos temáticos**, iniciada el 1 de febrero y finalizada el 2 de julio, se impartieron un total de 560 horas lectivas, entre clases teóricas, prácticas y viajes de prácticas, con la participación de **más de 70 profesores**, procedentes tanto del CEDEX como del ámbito universitario y de la empresa privada.

Los alumnos desarrollaron un trabajo fin de máster, de julio a octubre, que fue defendido ante un tribunal de evaluación.

El Máster contó con la participación de 18 alumnos procedentes de 6 países (Argentina, Bolivia, Chile, España, Perú y Venezuela).

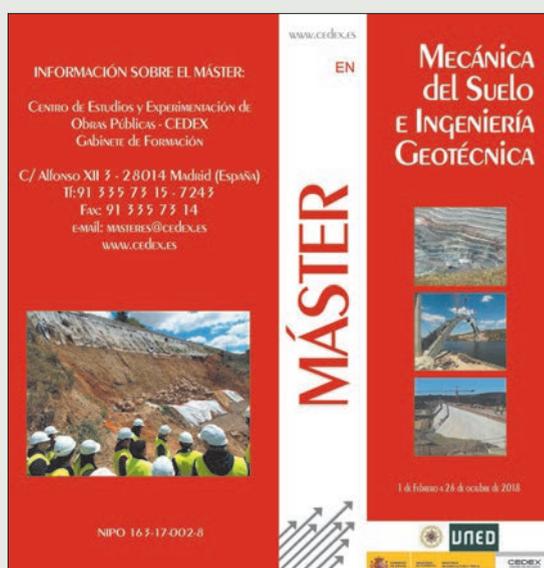
Durante el período lectivo, los alumnos asistieron a los diferentes eventos y visitas técnicas que complementan su formación geotécnica:

- Jornadas Técnicas SEMSIG-AETESS 18ª sesión "Control e Instrumentación en Obras Geotécnicas" (Madrid, 22 de febrero)

Visita de los alumnos del Máster en Ingeniería Geotécnica a las obras del Puerto de Monrepós. Autovía A-23. Provincia de Huesca.



- Conferencia anual de la SEMSIG "Efectos de Interacción Suelo/Estructura durante la Excavación de Túneles en Arcillas" (Madrid, 15 de marzo)
- IV Seminario Internacional "Obras de Tierra en Europa" (Madrid, 19 y 20 de abril)
- XVI Jornada Técnica Anual de la SEMR. "Casos singulares en Mecánica de Rocas" (Madrid, 25 de abril)
- Visita al Puerto de Monrepós y Autovía A-23 (Provincia de Huesca, 27 de febrero)
- Visita a la factoría de pilotes prefabricados de Rodio-Kronsa en Algete en Madrid (2 de abril)
- Viaje de prácticas: Mina de Cobre las Cruces en Gerena, Puerto de Cádiz, Talud de Carchuna en la A-7 y fábrica de geomembranas de Sotrafa en Almería (del 7 al 11 de mayo)
- Visita a centros del CEDEX (LCEYM, CEPYC y CEH) (3 y 4 de julio)
- Visita a las presas del Atazar y Pontón de la Oliva (5 de julio)



Programa del Máster en Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica 2018

1. La naturaleza internacional del Máster enriquece el desarrollo de las clases.
2. La tercera semana de curso se organiza una visita técnica de dos días y, en mayo, un viaje de prácticas de una semana para visitar diferentes obras geotécnicas de relevancia en España.
3. Se concederá el premio CEDEX a la tesina más sobresaliente, que otorgará el Director del CEDEX en la ceremonia de clausura.
4. Se celebrarán en el aula jornadas profesionales con objeto de poner a los alumnos en contacto con empresas españolas con actividad internacional, así como con asociaciones y sociedades del sector.
5. Los alumnos asistirán a jornadas geotécnicas que organicen

sociedades afines (AETESS, SEMR, SEMSIG, IGS, IGME, etc).

6. La formación presencial se complementa con las ventajas de la plataforma de aprendizaje en red de la UNED, que permite gestionar y compartir documentos, crear y participar en comunidades temáticas.

7. El Máster cuenta con una red de contactos profesionales de antiguos alumnos a través de internet en la que compartir experiencias y posibilidades de desarrollo profesional.





ACTIVIDAD



CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS

Las principales actividades realizadas en el Centro de Estudios Hidrográficos (CEH) durante el año 2018 se han estructurado de acuerdo con los fines establecidos para el mismo en el estatuto del CEDEX en el ámbito de las aguas continentales y sus infraestructuras naturales o artificiales: actividades relacionadas con los datos básicos de la naturaleza y con el conocimiento de los recursos y el medio hídrico; normalización y reglamentaciones, así como normas y especificaciones técnicas y por último, avances en investigación, desarrollo tecnológico e innovación.

La asistencia técnica especializada se ha prestado al Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) y a los Ministerios de Fomento y Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, así como a la Comunidad de Madrid y al sector privado. La asistencia a MITECO se ha prestado a través de la Dirección General del Agua (DGA) y de las confederaciones hidrográficas, y de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. En el caso del Ministerio de Fomento se ha colaborado con la Dirección General de Carreteras y en el caso de Exteriores se ha

prestado asistencia a los programas del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento por encomienda de la Secretaría de Estado de Cooperación Internacional y para Iberoamérica.

Respecto al patrimonio de las obras públicas, se han continuado los estudios de presas históricas adscritas a la Dirección General del Agua y se ha participado, junto con el CEHOPU, en la exposición sobre obras hidráulicas durante la Ilustración.

En cuanto a formación se han organizado varios cursos propios, 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, artículos en revistas y mediante la atención en el Centro a diversas delegaciones internacionales y visitas nacionales de índole institucional, académica y docente. Asimismo, se ha colaborado con distintas instituciones, tanto en el ámbito nacional como internacional.

Estación de aforos 2119, río Bernesga en Alija de la Ribera, una de las nuevas estaciones incorporadas al anuario 2015/16.

Confederación Hidrográfica
Duero 2119 León (Alija de la Ribera)

Identificación

| | | | |
|------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Estado: Alta | Inicio: 2015 | Cota (m): 794 | |
| Cód. ROEA: 2119 | Cód. SAIH: | Cód. SAICA: | |
| UTM X: 291637 | Y: 4710945 | Huso: 30 | Datum: ETRS89 |

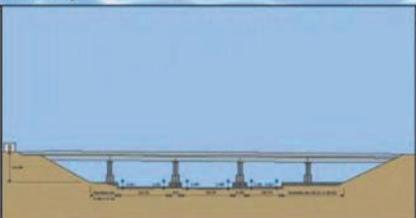
Río: **Bernesga**
Cuenca receptora (Km2): **1.136**
Sistema de explotación: **Esla - Valderaduey**
T. municipal: **Alija de la Ribera**
Provincia: **León**
Hoja 1:50.000: **León (161)**



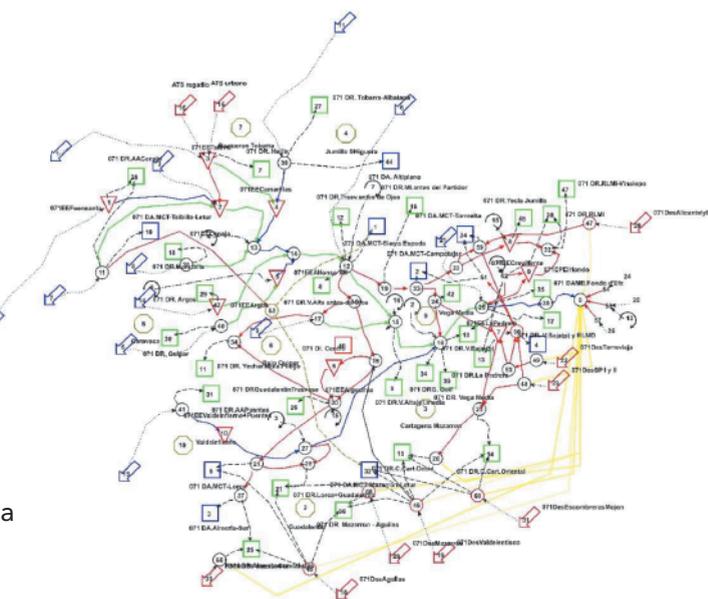
Tipología

| | |
|---|---------------------|
| Propietario: Estado | |
| Tipo de estación: Tramo encauzado con sección aguas baja | |
| Régimen caudales: Natural | |
| Longitud (m): | Ancho (m): |
| Escala: Sí (Exterior) | |
| Caseta: Sí (-) | |
| Pasarela: - | Vertedero: - |

Sección tipo



Esquema del modelo simplificado del sistema de recursos hídricos de la demarcación hidrográfica del Segura.



Salvo la asistencia técnica especializada, que se lleva a cabo mediante encomiendas de gestión de los Organismos públicos interesados o mediante contratos con el sector privado, las demás actividades se han desarrollado procurando atender las necesidades de la administración pública del agua, para lo que se ha trabajado en estrecha colaboración con la Dirección General del Agua.

Datos básicos de la naturaleza

Actualización de la base de datos hidrológicos HIDRO

- Mantenimiento informático de la base de datos.
- Carga y validación de nuevos datos:
 - Precipitación anterior a 1930 y posterior a 2013, facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) para todas sus estaciones, incluyendo datos de precipitación total mensual, precipitación máxima diaria y días de lluvia.
 - 176 pluviógrafos de AEMET conteniendo, entre otras cosas, información sobre precipitación acumulada en intervalos de seis horas, intensidades máximas en 10', 20', 30' 60', 2h, 6h y 12h, intensidad máxima de precipitación, etc.
 - Dos nuevas tablas en las que se han cargado los datos solicitados a AEMET sobre evaporación medida en sus estaciones (122 estaciones de medida por método tanque y 1.194 estaciones mediante método piche).
 - Estaciones de aforos, canales, embalses y estaciones evaporimétricas correspondientes al año hidrológico 2015/16 (se ha finalizado la carga de la cuenca del Duero, Guadalquivir, Ebro y Galicia Costa).

Elaboración y publicación del Anuario de aforos correspondiente al año hidrológico 2015-16

Desde su creación, el Centro de Estudios Hidrográficos recopila, analiza y publica



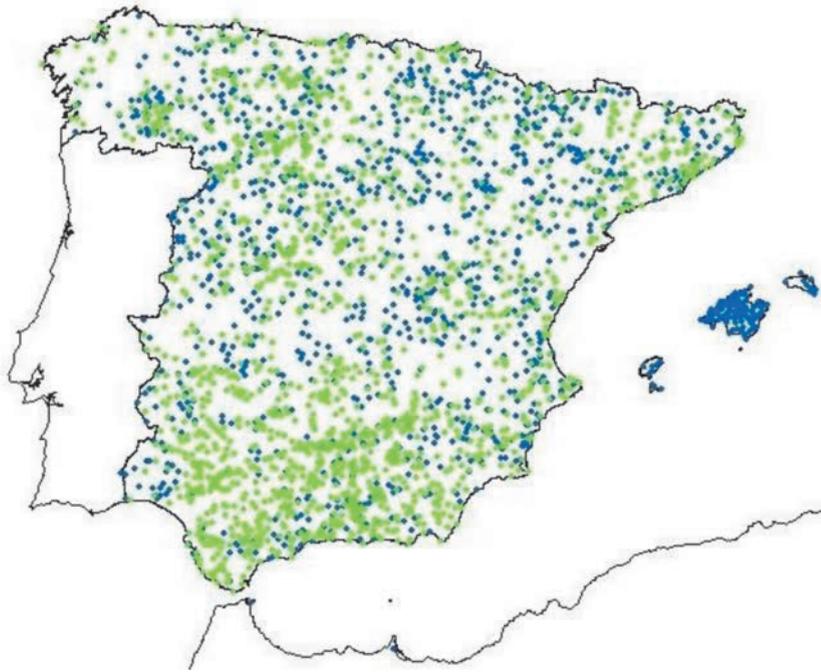
Esquema del trasvase Zadorra-Arratia.

datos hidrométricos de la Red Oficial de Estaciones de Aforo, proporcionados por los organismos de cuenca, prestando apoyo a la Dirección General del Agua en sus labores de difusión y publicación. Las actividades durante el año 2018 de recopilación, unificación y validación de la información han permitido avanzar en los trabajos de elaboración del anuario de aforos del año hidrológico 2015/16.

Conocimiento de los recursos y el medio hídrico

Actualización del inventario de recursos hídricos en régimen natural

Los trabajos realizados durante el año 2018, cuyos resultados servirán de base para la elaboración de los planes hidrológicos de cuenca del tercer ciclo de planificación (2021-2027), han consistido en la



Pluviómetros con más de 30 años de datos existentes en la actualidad (verde) y empleados en la elaboración del mapa de máximas lluvias diarias del año 1999 (azul).

elaboración y entrega a los organismos de cuenca de los mapas de precipitación y temperatura media, la aplicación de la metodología definida para el análisis de la calidad de las series de datos de aforos y embalses, la mejora de la interpolación de los mapas mensuales de evapotranspiración potencial incorporando, además de la información de las estaciones de AEMET, la procedente del Sistema de Información Agroclimática para el Regadío, y la calibración del nuevo modelo de acumulación y fusión de nieve a partir de los datos del programa ERHIN de la DGA.

Con los mapas definitivos de precipitación y evapotranspiración potencial, se ha comenzado la calibración del modelo de simulación SIMPA, centrándose principalmente en el parámetro que regula el almacenamiento de agua en el suelo. En paralelo, se han mantenido diversas reuniones con el IGME en las que se ha acabado de concretar un nuevo módulo de simulación de las aguas subterráneas.

Actualización del modelo integrado para el análisis de los sistemas de recursos hídricos de las demarcaciones hidrográficas a escala nacional, a partir de la información de los planes hidrológicos de cuenca

Durante el año 2018 se ha terminado de introducir todas las restricciones, demandas e infraestructuras, y se ha finalizado la calibración

de todos los modelos tanto de las cuencas intercomunitarias como intracomunitarias.

Estudios básicos para la elaboración del Plan Hidrológico Nacional: Catálogo de los principales trasvases existentes en España

Elaboración de un documento preliminar en el que se describen y esquematizan los trasvases, sus características funcionales y las principales normas jurídicas que los habilitan y los regulan.

Identificación temprana y seguimiento de especies exóticas invasoras de fauna y flora introducidas por la actividad humana en aguas continentales superficiales

Trabajos de recopilación de información bibliográfica sobre la distribución y evolución de la colonización de 19 especies exóticas e invasoras de fauna y flora acuática continental, elaboración de fichas en las que se recopila y resume la información disponible relativa a las especies contempladas en el trabajo, identificándose las masas de agua superficiales continentales españolas afectadas por cada una de ellas, analizando su distribución actual, e incorporándose a un Sistema de Información Geográfica.

Actualización del mapa de máximas precipitaciones diarias de España y de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)

Nueva caracterización de las relaciones Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) de las precipitaciones (realización de un estado del arte con los trabajos más destacados y recientes en la materia y recopilación de la información disponible sobre precipitaciones e intensidades máximas).

Determinación de contaminantes y sustancias incluidas en el programa de control de investigación, definido en el Real Decreto de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y en la Directiva Marco del Agua

Como continuación del trabajo realizado en el año 2017 en el que se puso a punto una metodología, mediante técnicas de cromatografía de gases y espectrometría de masas cuadrupolar, para el análisis de varios contaminantes emergentes incluidos en la Lista de Observación de la Decisión de ejecución 2015/495 de la Comisión Europea, se ha realizado el estudio de los compuestos de la primera lista de observación en 36 puntos de control de diferentes depuradoras y su medio receptor, seleccionados en las diferentes demarcaciones hidrográficas.

Normalización

El Centro de Estudios Hidrográficos participa en la Asociación Española de Normalización UNE en el Comité Técnico CTN 149 Ingeniería del Agua, en el Comité Técnico CTN 77 Medio Ambiente y en la vocalía del subcomité SC1 Aguas.

Reglamentaciones, normas y especificaciones técnicas

- Proyecto piloto para la elaboración del "Plan de seguridad del Agua reutilizada (PSAR) del sistema Pinedo-Acequia del Oro".
- Evaluación de los efectos del cambio climático en la gestión de los riesgos de inundación.
- Guía para el análisis coste-beneficio de las medidas estructurales de los planes de gestión del riesgo de inundación.
- Revisión de las normas técnicas para el diseño de las obras e instalaciones para la gestión de aguas de escorrentía.



Trabajos de cartografía de hábitats y vegetación acuática en el lago de Sanabria.

Investigación, desarrollo tecnológico e innovación

En este ámbito se ha participado como miembro del Consejo Asesor en los siguientes proyectos de investigación de la Unión Europea:

- *Innovative Eco-Technologies for Resource Recovery from Wastewater (INCOVER)*, financiado por la Comisión Europea en el marco del programa de Investigación e Innovación Horizonte 2020. El principal objetivo del proyecto es desarrollar tecnologías innovadoras y sostenibles diseñadas para transformar el agua residual en una fuente de bioproductos de nuevo valor añadido, contribuyendo a la economía circular.
- *Integrated anaerobic system for wastewater reclamation at ambient temperature in European climates (SIAMEC)*, financiado por la Comisión Europea dentro del programa LIFE, y cuyo objetivo es validar a escala demostrativa una nueva tecnología que se basa en la digestión anaerobia de aguas residuales urbanas o industriales a temperatura ambiente. Este sistema tiene por objeto la obtención de bioenergía y agua reutilizable de forma sostenible tratando las aguas residuales a temperatura ambiente y con un bajo coste operativo.
- *Dry anaerobic digestion as an alternative management and treatment for sewage sludge (ANADRY)*, financiado por la Comisión Europea dentro del programa LIFE, tiene como objetivo



Superposición de las máximas manchas de inundación para diferentes períodos de retorno en la desembocadura del río Tordera.

general mostrar la eficiencia de esta tecnología para tratar los lodos deshidratados producidos en la EDAR de pequeño/mediano tamaño que no cuenta con digestión anaerobia, de forma que se maximice la producción de biogás y se obtenga un fango adecuado para su uso en agricultura.

Se ha seguido asistiendo como entidad asociada a las reuniones del proyecto AGUAMOD, también financiado por la Comisión Europea dentro del programa Interreg SUDOE, cuyo objetivo es el desarrollo de una plataforma de gestión de recursos hídricos durante estiajes en el territorio SUDOE.

Se ha iniciado la participación en un proyecto de investigación europeo de predicción estacional (MEDSCOPE) cuyo objetivo es estudiar la viabilidad de realizar en octubre predicciones de los caudales estimados para los siguientes cinco meses (noviembre a marzo) en algunos lugares de la geografía española. El trabajo está liderado por AEMET, y la Dirección General del Agua participa como usuario final. Se ha trabajado en la selección de la cuenca piloto (cuenca del embalse de Belesar en el río Miño), en la preparación de los datos de partida, los formatos de intercambio, la creación de una *web-transfer* en el CEDEX para el intercambio de información y la simulación con

el modelo SIMPA de los primeros datos climáticos que ha suministrado AEMET.

Se ha participado en la elaboración de la propuesta del proyecto "Albufeira. Programa de evaluación conjunta de las masas de agua de las cuencas hidrográficas hispano-portuguesas", cuyo objetivo es investigar y establecer criterios comunes en el seguimiento de esas masas de agua, mejorar la integración de los objetivos ambientales de la Directiva Marco del Agua y la Directiva de Hábitats, y la sensibilización sobre la cooperación en cuencas hidrográficas compartidas. El proyecto está promovido por la Dirección General del Agua del Ministerio para la Transición Ecológica, y por la Agencia Portuguesa do Ambiente, presentándose al Programa de Cooperación Transfronteriza España- Portugal (Interreg-POCTEP) para su financiación comunitaria. El proyecto ha sido aprobado y comenzará en marzo de 2019.

Asistencia técnica especializada

Se ha prestado asistencia técnica especializada a la Dirección General del Agua en la resolución de problemas concretos, principalmente mediante encomiendas de gestión de las confederaciones hidrográficas, o mediante la participación en grupos de trabajo.

- Control limnológico del lago de Sanabria y seguimiento de blooms en embalses.
- Revisión de la propuesta europea de Reglamento sobre requerimientos mínimos para el agua reutilizada.
- Apoyo en el seguimiento del Estudio de soluciones y anteproyectos de las actuaciones en saneamiento y depuración de las aglomeraciones de la China, Butarque y Sur de Madrid.



CENTRO DE ESTUDIOS DE PUERTOS Y COSTAS

En 2018 el Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC) del CEDEX, ha tenido una importante actividad en todas sus áreas, fundamentalmente prestando servicio al sector público en los ámbitos portuario, costero, transporte marítimo y medio ambiente marino. También se han llevado a cabo otros trabajos para el sector privado, y se ha participado en varios proyectos europeos.

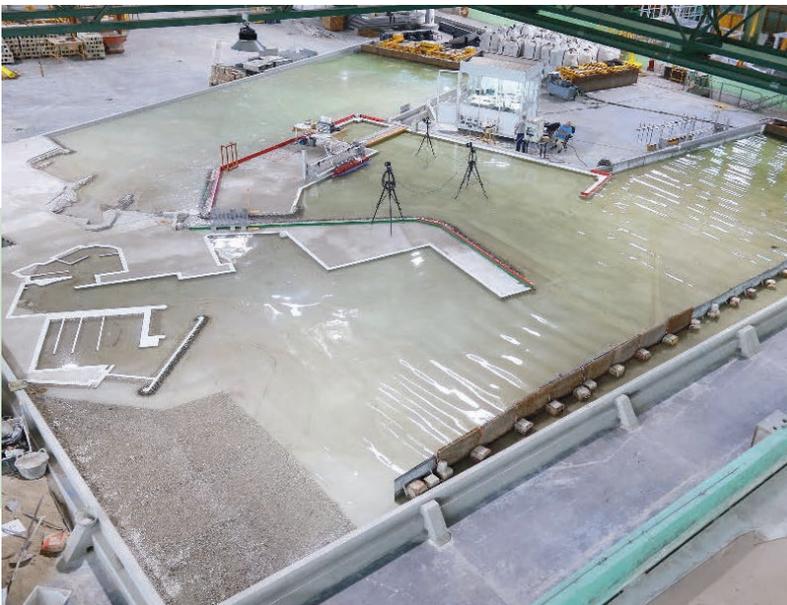
La actividad del CEPYC se ha plasmado en 64 informes relativos a trabajos de asistencia técnica de alto nivel y de I+D+i en los distintos campos de actuación del centro. Asimismo se han realizado dos informes para proyectos europeos financiados por la Unión Europea y cinco en el sector privado: para las empresas

Ampliación del puerto de Melilla.
Ensayos en modelo físico.
Agitación, barcos atracados y entronque dique en talud y vertical.

CAASA Tecnologías del Agua SA, FCC, Ferrovial, Magtel SL y NCA-Salinas de Torre vieja.

Las actuaciones del CEPYC en el ámbito portuario han incluido tanto la asistencia técnica especializada como la investigación aplicada. La asistencia técnica está principalmente basada en experimentación con modelos físicos y numéricos, destacando los estudios para la **ampliación del puerto de Melilla**, donde se han llevado a cabo un estudio de maniobra de buques y ensayos en modelo físico de agitación, comportamiento de barcos atracados y estabilidad de sus diques de abrigo.

Otros trabajos de asistencia técnica incorporan la actualización del inventario de dragados y actuaciones de diversa índole en los puertos de Pasajes, Santander, Ferrol, Motril, Melilla y Cartagena; esta última actuación se ha iniciado en 2018 y tendrá un importante desarrollo a lo



Ensayo en modelo físico de la playa del Sardinero (Santander).



largo de 2019, con estudios en modelos físicos y simulación de maniobra de buques en tiempo real.

Al igual que en años precedentes, las **actividades de I+D+i en materia portuaria** se han desarrollado en diversos campos: medio físico, infraestructuras, medio ambiente y análisis de riesgos. En relación al medio físico, se ha elaborado una nueva **caracterización climática de las fachadas cantábrica y gallega** para dar soporte al programa de Recomendaciones de Obras Marítimas (ROM).

En relación con las infraestructuras, se ha continuado el trabajo experimental sobre **rebases en diques de abrigo**, que adquiere gran relevancia en el contexto de una elevación del nivel del mar debida al cambio climático.

En el campo medioambiental, se ha elaborado **el estado del arte sobre el confinamiento subacuático de material dragado contaminado "capping"**. Por último, se ha iniciado un estudio sobre riesgo asociado al tráfico marítimo y a las maniobras de buques en puertos con base en datos del Sistema de Información Automática de buques (AIS).

En el **ámbito más específico de la navegación**, se han realizado dos estudios de simulación de buques en tiempo real, uno sobre la permanencia de buques en el fondeadero del puerto de Huelva y otro para la **investigación del incidente del cajonero Agronauta** en las proximidades de



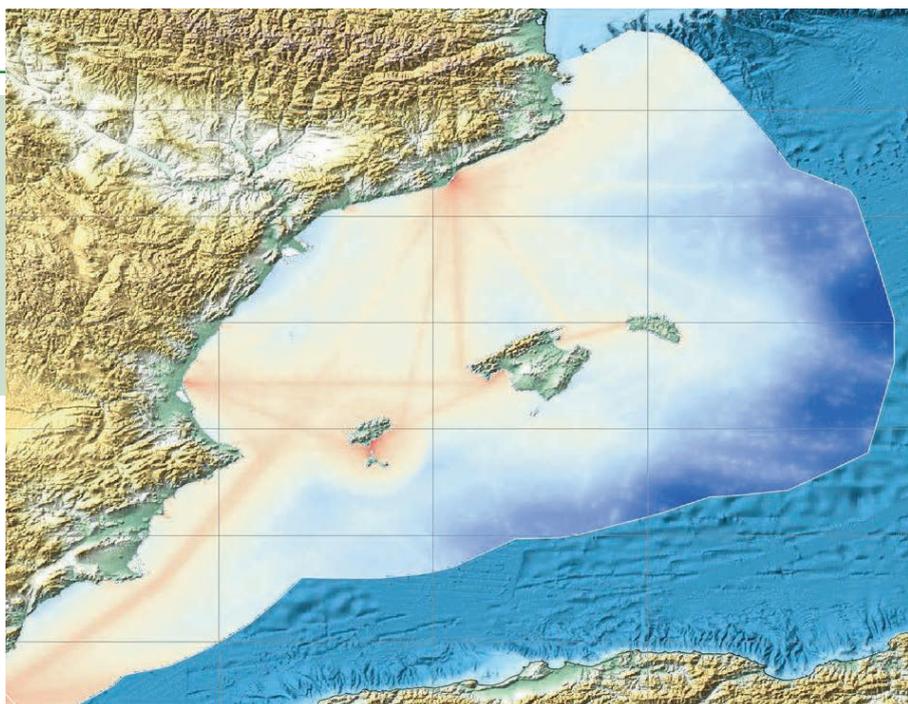
Benalmádena (Málaga), en abril de 2018.

Asimismo, se han realizado dos estudios sobre clima marítimo relativos a los accidentes de los buques *Ilargi Segundo* y *S'Esturion*.

También en relación con el transporte marítimo, se han realizado tres estudios sobre el transporte de cargas a granel y la homologación de productos absorbentes de hidrocarburos.

En **materia de costas**, otro de los sectores en los que el CEPYC es una institución de **referencia nacional e internacional**, se han realizado trabajos diversos para el diseño de actuaciones de defensa costera y para la protección ambiental de la costa y del mar.

En primer lugar, los trabajos de ingeniería de costas aplicada a la protección de la costa frente a los riesgos de la erosión y el cambio climático, incluyen experimentación con **modelo físico y numérico**, medidas in situ y estudios especiales de dinámica litoral.



Ruido subacuático
63 Hz. Invierno 2016.
Demarcación
Levantino-Balear.

Dentro del primer grupo, se ha realizado el **ensayo de un proyecto para el control de la erosión de la playa del Sardinero**. En relación con las medidas en la naturaleza, se han realizado estudios en las playas de Laredo y Magdalena-Peligros (Cantabria) y Orzán (La Coruña). En materia de **dinámica litoral**, se ha realizado un conjunto de actuaciones en las siguientes playas: Postiguet y Almadraba (Alicante), Ribera de Camposancos (Pontevedra), Covas (Lugo), Flecha del Rompido (Huelva) y Magdalena-Peligros (Santander). Finalmente, cabe destacar la **Estrategia de Protección del Mar Menor**, que está previsto finalizar en 2019.

En el **ámbito del medio ambiente marino y la protección del mar**, se ha continuado participando activamente en distintos comités de convenios internacionales de protección del medio marino y en la implementación de directivas europeas.

Los trabajos relativos a Estrategias Marinas han estado centrados en la actualización de la evaluación de las actividades y presiones para las cinco demarcaciones marinas, en el **estudio de aportes al medio marino de microplásticos** y su seguimiento en varias

playas, y en el diseño de un Sistema de Información Marino (INFOMAR).

En el área marina protegida del Cachucho, se ha realizado un **análisis del tráfico marítimo y de la pesca a partir de datos AIS**, lo que ha supuesto el comienzo de una nueva línea de actividad de gran relevancia para el CEDEX que ha culminado con una primera evaluación del ruido submarino asociado a la navegación para todas las aguas españolas.

Debe destacarse también la propuesta de **directrices para la instalación de arrecifes artificiales** en el dominio público marítimo-terrestre.

Dentro de las actividades relacionadas con el impacto de vertidos al mar, se ha abordado la optimización de los **dispositivos de vertido de las plantas desaladoras de Torrevieja y de Campo Dalías**.

Pasando a los **trabajos de investigación** realizados en diversos **proyectos europeos**, en 2018 se ha continuado la actividad iniciada anteriormente en cuatro proyectos: **HYDRALAB+, TELWIND, SIMWESTMED y**



Rebases en diques de abrigo portuarios. Actividades I+D+i para análisis de la influencia de los efectos de escala en los ensayos en modelo físico para el estudio de rebases. Izquierda: ensayo a escala 1/15. Derecha: ensayo a escala 1/37,5.

SIMNORAT, los tres últimos completados a finales de 2018.

Dentro del proyecto TELWIND, se ha ensayado en modelo físico a gran escala y se ha simulado la maniobra de arrastre de un sistema de torre telescópica para la construcción de aerogeneradores flotantes en mar abierto, con resultados que se presentarán a lo largo de 2019.

Los proyectos SIMWESTMED y SIMNORAT, similares en su contenido, tenían por objeto facilitar la **implantación de la Planificación Espacial Marina** en España, incluyendo la componente transfronteriza. Los consorcios de ambos proyectos que incluían a instituciones francesas, portuguesas, italianas y españolas, como el CEDEX –trabajando conjuntamente en el Mediterráneo Occidental y Atlántico Noroccidental–, han aportado conocimiento y experiencia de cara a la próxima redacción de los planes de ordenación marítima en España.

En el ámbito del **sector privado**, se destaca el trabajo realizado para **NCA-Salinas de Torre Vieja**, en colaboración con el Centro de Estudios Hidrográficos, analizándose el **vertido al mar de las aguas de origen pluvial y de lavaderos de salmueras**; el cual incluye

el diseño de un emisario submarino y de una cámara de dilución del efluente con agua de mar.

En cuanto a las tareas de difusión, en 2018 se ha participado en cursos y seminarios, en congresos nacionales e internacionales en los ámbitos relacionados con la actividad del centro, entre los que cabe destacar la presentación de tres ponencias en el Congreso Internacional CoastLab 2018 celebrado en mayo en Santander, y otra en el Congreso Mundial del Asociación Internacional de Infraestructuras del Transporte Acuático (PIANC) en Panamá.

Con respecto a las actividades relacionadas con asociaciones nacionales e internacionales, se ha continuado **participando de forma activa en la Asociación Internacional de Ingeniería e Investigación Hidro-Ambiental (IAHR-SpainWater)**, la Asociación Internacional para la Navegación (PIANC/ATCYP) y la Red Iberoamericana de Institutos Nacionales de Ingeniería e Investigación Hidráulica (RIINIIH).



CENTRO DE ESTUDIOS DEL TRANSPORTE

INTRODUCCIÓN

El rápido avance experimentado en los últimos años por los vehículos usuarios de la carretera buscando la sostenibilidad, el abandono paulatino de los combustibles convencionales y su sustitución por motores eléctricos conectados directamente a la red o de baterías, sometidos estos últimos a diferentes y posibles formas de recarga, la aparición más o menos inmediata del vehículo autónomo y sus diversas etapas hasta llegar a la total autonomía, exigen que **la carretera**, que da soporte a todas estas innovaciones, también **deba adaptarse para dar una respuesta en consonancia con esos nuevos escenarios.**

Por ese motivo, **la experimentación en materia de carreteras**, que en otros tiempos podría haberse considerado que se trataba de algo totalmente acabado, se ha convertido en una incuestionable necesidad que **debe correr paralela y al mismo ritmo que las**

innovaciones de los vehículos que transitan por ellas.

El Centro de Estudios del Transporte (CET) del CEDEX está trabajando activamente en **poner en valor la información que se viene recabando sistemáticamente por los gestores de la carretera para un mejor conocimiento de esta** y que pueda contribuir a mejorar las condiciones de fluidez y seguridad del tráfico, tanto actuales como futuras, y en particular de los vehículos autónomos.

También, **la carretera y el tráfico tienen una notable presencia en asuntos del cambio climático**, tanto en su vertiente de adaptación como en la de mitigación, e incluso en cuanto a las afecciones al cambio climático que su presencia puede originar en el territorio por el que discurre, por lo que al ser este un aspecto que ha ido adquiriendo un creciente interés, especialmente en los últimos tiempos,

El cambio climático pone a prueba las carreteras.





La sostenibilidad de las carreteras pasa por la consideración de todos los impactos a lo largo de su ciclo de vida.

aparece ahora como una necesidad apremiante a la que hay que dar una adecuada respuesta.

El análisis del ciclo de vida como herramienta de evaluación ambiental de proyectos o de evaluación de alternativas de un proyecto, precisa de la implantación de una metodología única y específica que permita comparar entre sí las diversas soluciones posibles, de una manera objetiva, imparcial e inequívoca, y de una base de datos fiable y actualizada que recoja los efectos sobre el medio ambiente de cada una de las unidades de obra que forman parte del proyecto, expresadas en consumos de materias primas, energía u otros recursos, o en la generación de residuos, vertidos o emisiones.

La economía circular y la obligación de construir las infraestructuras del transporte en términos de sostenibilidad, esto es, "sin comprometer las necesidades de generaciones futuras", nos ha llevado a intervenir en **proyectos de firmes de carreteras en los que se han empleado materiales no convencionales o técnicas constructivas**

también innovadoras, y a la experimentación con ellos para determinar la manera de obtener las mejores prestaciones posibles en cuanto a resistencia al paso de las cargas del tráfico o en cuanto a durabilidad.

Además de los proyectos más representativos en los que ha intervenido el CET en 2018, descritos en diversas fichas con mayor detalle, no pueden quedar sin citarse los siguientes:

- A petición de la Dirección General de Carreteras (DGC) y en colaboración con la Demarcación de Carreteras de la Región de Murcia, se ha concluido un trabajo referente a la ejecución de ensayos en diversas carreteras en servicio con diferentes tipos de pavimentos, y consecuentemente, con diferentes coeficientes de rozamiento longitudinal para evaluar los coeficientes de fricción longitudinal, a considerar en la estimación de las distancias de frenado contempladas en la normativa vigente en materia de trazado.
- Se ha llevado a cabo el seguimiento del refuerzo del firme de una carretera de la Red



Trabajos de auscultación de firmes de carreteras para garantizar su adecuada funcionalidad.

de Carreteras del Estado, que se ha instrumentado con el fin de conocer la evolución del estado de las fisuras que presentaba antes de la ejecución de dicho refuerzo. Lo más innovador de la instrumentación instalada es que el titular de la carretera o el responsable de su conservación puede estar recibiendo esta información y actuar consecuentemente, por lo que con ello se da un paso decisivo en lo que constituye el mantenimiento predictivo de las infraestructuras, que repercute en una mejor calidad de estas y unos menores costes de mantenimiento.

- A petición y mediante encargo de la DGC del Ministerio de Fomento, se han auscultado numerosos tramos de carreteras de la Red de Carreteras del Estado cuya conservación se realiza a través de contratos concesionales, y se ha intervenido en la verificación y supervisión del cumplimiento de los indicadores contemplados en los contratos de concesión correspondientes, que tienen por finalidad garantizar la seguridad y el confort de los usuarios de estas carreteras.
- Se ha coordinado un grupo de trabajo constituido por entidades que participan en

el reciclado del caucho procedente de neumáticos fuera de uso, con el fin de encontrar la mejor forma de incorporarlo como aditivo que mejore las características de los betunes empleados en la fabricación de mezclas asfálticas.

- Se ha trabajado en la auscultación de un tramo de carretera construido con una base de suelo cemento cuyos áridos procedían de escorias de incineración de residuos sólidos urbanos.
- También se han realizado ensayos de laboratorio con materiales secundarios, concretamente, con residuos de construcción y demolición, para conocer y evaluar la posibilidad de su empleo como material para capas de firme de carreteras, o en su defecto, para otro tipo de vías para tráfico peatonal, de bicicletas u otras modalidades de tráfico ligero en cuya construcción pueden emplearse materiales procedentes del reciclado de otros.
- Se ha instalado una báscula integrada en el pavimento de una carretera, con el fin de conocer con exactitud las cargas del tráfico que circulan por ella, y la distribución de



1. Equipos de auscultación de carreteras.
Deflectómetro de impacto.



2. Los ensayos previos en la pista son necesarios para innovar los materiales y las soluciones constructivas aplicados a las carreteras.



3. Exigencias de seguridad y prevención de riesgos en los trabajos de conservación de carreteras.

estas en el tiempo, es decir, los intervalos de tiempo que transcurren entre una carga y la siguiente, porque con esa información se pueden identificar y evaluar los fenómenos de fatiga que constituyen el deterioro de los firmes de las carreteras.

En conclusión, el Centro de Estudios del Transporte, coordinando los esfuerzos y las capacidades de sus diferentes unidades, ha dedicado su actividad a conocer, estudiar y dar respuesta a los encargos planteados desde los Ministerios de los que es medio propio*, o por otros clientes o entidades.

* Nuevos Estatutos en tramitación.



CENTRO DE ESTUDIOS DE TÉCNICAS APLICADAS



Mejora del régimen de caudales ecológicos en el río Manzanares.

En estas materias se proporciona asistencia técnica especializada a la Administración y a otras entidades públicas y privadas, se promueve y participa en proyectos nacionales e internacionales de investigación, desarrollo e innovación, se participa en redes tecnológicas y grupos de trabajo nacionales e internacionales y se transfiere el conocimiento por medio de actividades de difusión, formación y cooperación.



Descalce de Puente de Hierro sobre el río Guadalimar (Jaén). Fotografía facilitada por la Unidad de Carreteras del Estado en Jaén.

En el **Área de Cambio Climático y Contaminación Atmosférica** se trabaja en el desarrollo de metodologías que permitan avanzar hacia la descarbonización de las actividades relacionadas con el ámbito de las infraestructuras. Así se ha desarrollado la **Herramienta CO2TA**, reconocida en el **Acuerdo de Consejo de Ministros** de 7 de diciembre de 2018, por el que se aprueba el Plan de Contratación Pública Ecológica de Administración General del Estado, como un instrumento cuya utilización para el estudio de la huella de carbono de la carretera en su fase de uso, puede aportar puntuación adicional en la valoración de los criterios de contratación pública del diseño, construcción y mantenimiento de carreteras.

El Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas (CETA) del CEDEX desarrolla su actividad en torno a cinco áreas de actuación:

- Cambio Climático y Contaminación Atmosférica
- Contaminación Acústica
- Ingeniería Ambiental
- Restauración Ambiental
- Calidad Radiológica de las Aguas y Aplicaciones de Trazadores e Isótopos Ambientales en Hidrología

Dentro de la colaboración que tiene el CEDEX con Puertos del Estado (PE), en el CETA se trabaja en una línea de actuación enmarcada en la estrategia diseñada por PE para implementar en sus instalaciones portuarias iniciativas que promuevan el ahorro energético, sensibilizar a los agentes involucrados en prácticas que reduzcan su consumo energético, y en consecuencia las

Participantes del Hidrogeodía 2018 junto a la presa de Puente Navarro en el Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel.



emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de edificios y servicios prestados por la Autoridad Portuaria, así como en las actividades desarrolladas por las empresas concesionarias que operan en el puerto. Tras el desarrollo de una **Guía metodológica para el cálculo de la huella de carbono en puertos** planteada con el objetivo de servir de herramienta de apoyo a las autoridades portuarias, en 2018 se inició la aplicación en el Puerto de Cartagena de la metodología para el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero y gases contaminantes asociados a la actividad portuaria.

En 2018 también se publicó el informe sobre las **“Secciones de la red estatal de infraestructuras de transporte terrestre a las que prestar**



atención con prioridad por razón de la variabilidad y cambio climático”. Este documento tiene por objeto presentar los resultados obtenidos del ejercicio de identificación de aquellas secciones de la Red de Carreteras del Estado y de la Red Ferroviaria de Interés General a las que prestar atención con prioridad por razón de su vulnerabilidad frente a la variabilidad climática actual y a su posible evolución como consecuencia del cambio climático.

El **Área de Contaminación Acústica** colabora con la Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental (DGBCA) del Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) prestando asistencia técnica para el cumplimiento de la Directiva 2002/49/CE y la Ley del Ruido y sus reglamentos en lo referente a la recepción, verificación de formatos y preparación de comunicaciones a la Comisión Europea de los **mapas estratégicos de ruido y planes de acción contra el ruido** procedentes de las autoridades responsables de su elaboración (otros departamentos de la Administración General del Estado, comunidades autónomas, ayuntamientos, etc.). Además de manera continuada se viene realizando el mantenimiento y actualización del **Sistema Básico de Información sobre Contaminación Acústica (SICA)**.

Estudio ambiental de la Ría del Palacio Real de Aranjuez.



Tramos de muestreo de polinizadores en grandes vías urbanas.

El **Área de Ingeniería Ambiental** inició en 2018 el proyecto **“Carreteras y Polinizadores”** que tiene por objeto analizar la fragmentación de los hábitats de los polinizadores debido a las carreteras, en diferentes escenarios climáticos. Evalúa tanto el efecto de borde de las carreteras como el atropello directo de polinizadores por los vehículos, permitiendo un análisis a gran escala sobre el conjunto de la comunidad de polinizadores. El proyecto se enmarca en la Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo, y al Comité de las Regiones sobre la **“Iniciativa de la UE sobre los polinizadores”** de junio de 2018 que establece como Prioridad I: Mejorar el conocimiento acerca de la disminución de los polinizadores, sus causas y sus consecuencias.

El **Área de Restauración Ambiental** está centrada en el diseño y seguimiento de actuaciones de restauración ambiental de ecosistemas degradados. Para esta línea de trabajo se sigue una metodología que consiste en la caracterización ecológica, geomorfológica, hidrológica, topográfica y granulométrica del tramo de estudio, el diseño de alternativas de actuación para el ámbito de estudio y la interpretación de los resultados obtenidos en la modelización hidráulica para, finalmente, escoger la alternativa de restauración que se considere más ventajosa ambientalmente según los objetivos del proyecto. En 2018 se llevó a cabo el **“Estudio**

piloto de mejora del régimen de caudales ecológicos en los ríos de la Comunidad de Madrid”, encargado por la Dirección General de Medio Ambiente. Además, se completaron los trabajos encomendados al CEDEX por la DGBCA del MITECO para la **“Identificación de los requerimientos de conservación de plantas protegidas ligadas al agua para su integración en los procesos de planificación hidrológica”**, donde se contemplaron aquellas especies incluidas en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (RD 139/2011) con cierta vinculación con ríos o humedales. Asimismo, el área participa junto con la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), en el **proyecto DRAINAGE para la gestión integral del riesgo de inundación**, financiado por la convocatoria de proyectos coordinados de I+D+i del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Se trata de un proyecto pionero para mejorar la resiliencia de los tramos urbanos en zonas inundables a través de la propuesta de medidas naturales de retención de agua, basadas en el concepto de **“infraestructura verde”**.

En el ámbito de la **Calidad Radiológica de las Aguas**, el CEDEX tiene suscritos con el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) dos convenios sobre **“Asistencia técnica en la vigilancia radiológica del medio acuático”** y **“Programa de vigilancia radiológica ambiental en el medio acuático en la red espaciada”**, que

aplican a las aguas continentales y marinas españolas, y a zonas seleccionadas de abastecimiento de aguas de consumo humano. Los trabajos se integran dentro de la Red de Vigilancia Radiológica Ambiental (REVIRA) española, gestionada por el CSN, en cumplimiento de los artículos 35 y 36 del Tratado Euratom por parte de los Estados miembros.

En cuanto a los estudios de **Trazadores e Isótopos Ambientales en Hidrología** se trabaja principalmente en su aplicación a la gestión del agua y las infraestructuras hidráulicas. Destacan los estudios de **estanqueidad de embalses** (Tous, Bellús) para la Confederación Hidrográfica del Júcar y de **relación aguas superficiales-subterráneas**, en proyectos de captación de aguas subterráneas incluidos en los planes especiales de sequía del Sinclinal de Calasparra, y la cuenca alta del Segura (Hellín y Liétor, en Albacete) para la Confederación Hidrográfica del Segura. Como proyecto propio en este campo, es de reseñar la Red de Vigilancia de Isótopos en Precipitación (REVIP), gestionada en colaboración con AEMET, por sus múltiples aplicaciones medioambientales, incluidos aspectos del cambio climático, y por su proyección nacional e internacional en apoyo de proyectos de I+D de Naciones Unidas.



Sondeo surgente en el entorno del embalse de Bellús.



Presa y embalse de Tous.



Proyecto DRAINAGE para la gestión integral del riesgo de inundación en el río Duero.



LABORATORIO CENTRAL DE ESTRUCTURAS Y MATERIALES



Medida de desplomes en la arquería de la Galería de Poniente del Palacio del Infantado de Guadalajara.

La actividad del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEYM) del CEDEX en 2018 se ha desarrollado, en línea con los ejercicios anteriores, mediante la **asistencia técnica, experimentación e investigación y desarrollo en el campo de las estructuras** de ingeniería civil o edificación y de los materiales de construcción, para diferentes organismos del sector público y empresas privadas. Entre las actividades llevadas a cabo, han tenido especial importancia las relativas a la evaluación del estado de estructuras diversas (edificios, puentes de carretera y de ferrocarril, presas, cajones y diques portuarios) con importantes patologías, que pueden comprometer su funcionalidad, resistencia estructural y durabilidad.

Ha continuado su actividad permanente de participación en la **elaboración de normativa técnica**, culminando en 2018 en la finalización del ambicioso proyecto de Código Estructural. Sigue participando en numerosos comités de normalización y certificación de materiales, y

ocupándose de la Secretaría de la Asociación Internacional de Estructuras Laminares y Espaciales (IASS), desde su creación.

A solicitud de la Gerencia de Infraestructuras y Equipamientos de Cultura, Organismo Autónomo del Ministerio de Cultura y Deporte, el **Área de Estudios y Auscultación de Estructuras** ha estudiado en el Palacio de los Duques del Infantado de Guadalajara la estabilidad de la arquería de la Galería de Poniente, y la configuración estructural de sus forjados para determinar qué paños estaban construidos con **viguetas de cemento aluminoso**. También, han continuado los estudios sobre la antigua nave del Almacén Central de Galerías Preciados en San Fernando de Henares (Madrid), con el estudio de su configuración estructural y la caracterización de sus elementos más representativos.

Para ADIF se han estudiado las anomalías encontradas en un viaducto de hormigón, que finalmente fue demolido, en la nueva línea de alta velocidad Madrid-Burgos sobre el río Arlanzón.

Han continuado, para la Dirección General de Carreteras, los estudios sobre tres pasos superiores de losa maciza de hormigón postesado afectados por **reacciones álcali-sílice**, analizando, entre otros aspectos, sus condiciones de drenaje y su comportamiento dinámico.

En el campo de la **Dinámica de Estructuras**, a petición del Ayuntamiento de Segovia, se ha realizado el "Estudio del comportamiento

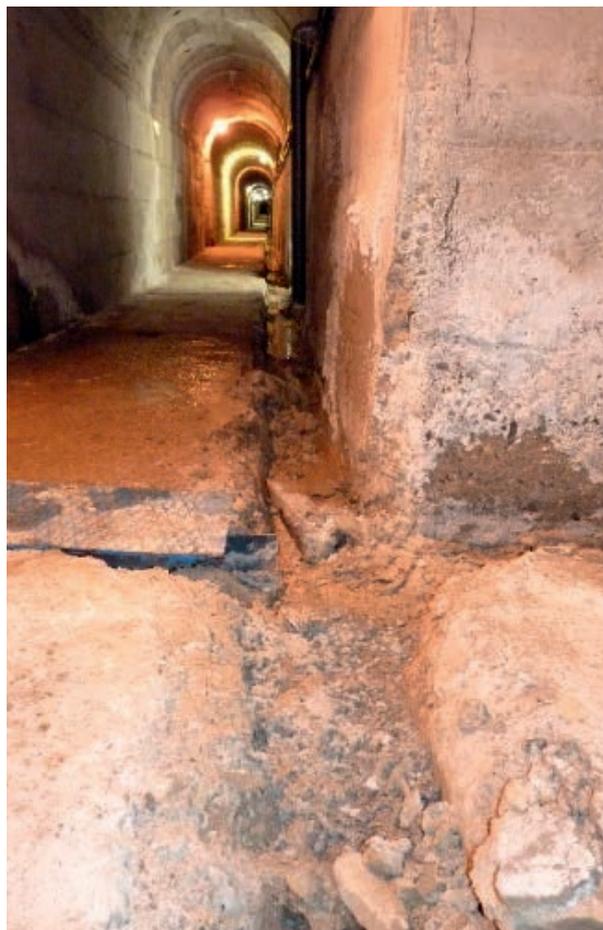
Sistema de Control
del Lazo Externo
del Simulador Sísmico.



dinámico del **Acueducto de Segovia** frente a la acción de las ondas sonoras". En dicho estudio se realizó el **análisis del comportamiento dinámico** de una zona del acueducto frente a las acciones inducidas por la celebración de un concierto en zonas aledañas.

Se han realizado inversiones en la instalación del Simulador Sísmico para mejorar su

funcionamiento, renovándose el Control del Lazo Externo, responsable de ejecutar los distintos ensayos que permite realizar: barridos de frecuencias, choques, reproducción de sismos, ensayos de señal aleatoria pura. Se ha realizado un estudio del estado del sistema hidráulico del simulador y se ha sustituido la torre de enfriamiento del sistema hidráulico.



En el **Área de Ciencia de Materiales** se ha trabajado intensamente en el ámbito de las patologías del hormigón, afectado por diferentes procesos químicos.

Para la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir se ha hecho el Estudio del hormigón de la presa del Pantano del Negratín (Granada), que presenta un **ataque externo de sulfatos**, valorando las causas desencadenantes de la patología y la profundidad de los daños en el interior del hormigón.

Se ha llevado a cabo el **Estudio de las patologías de corrosión** aparecidas en el hormigón armado del Dique Exento del Puerto de Algeciras para la Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras. En el informe se han recogido las causas del prematuro deterioro del mismo y una evaluación de la vida útil remanente de la estructura.

Galería de la presa de Negratín afectada por ataque de sulfatos.



Ensayos de Aceros para Hormigón.

Para la misma entidad, en el campo de la reparación de estructuras afectadas por corrosión en ambiente marino, se han realizado trabajos para la valoración, desde el punto de vista de la durabilidad, de productos de reparación a utilizar en el Muelle Norte de Campamento.

Para Puertos del Estado, se han realizado ensayos de campo para el Estudio de la corrosión del Dique Levante del Puerto de Málaga.

Para la Dirección General de Carreteras, se ha realizado un informe de evaluación de la **patología química por reacción álcali-sílice** en el hormigón del puente de la A5 en Santa Olalla, diagnosticando y cuantificando el daño.

En el campo de los materiales metálicos, el **Área de Productos de Construcción** ha realizado diversos ensayos para la homologación, acorde con la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08, de armaduras activas y pasivas de acero para hormigón.

En el campo de la **Certificación de Marca AENOR** se han llevado a cabo numerosos ensayos para los comités: CTC 17 Aceros para Hormigón, CTC 36 Tubos y Perfiles Huecos de Acero y CTC 46 Perfiles, Barras y Chapas de Acero para Aplicaciones Estructurales, actividad que ha exigido la ejecución de ensayos interlaboratorios según la UNE-EN ISO/IEC 17025:2017.

Han continuado los trabajos de **investigación relativos al Estudio de corrosión y fatiga en aceros** de armado y pretensado, con objeto de establecer metodologías de análisis y conclusiones aplicables a las normativas y reglamentaciones actualmente en revisión.

Se han realizado **estudios de ingeniería forense** sobre elementos metálicos de puentes y estructuras en servicio para valorar su estado de conservación, a partir de las patologías y daños observados.

Ha proseguido la participación en la elaboración de la **Reglamentación Técnica Oficial** relativa a la seguridad de las estructuras, que ha culminado en la finalización del proyecto de Código Estructural, que sustituirá a las actuales Instrucciones de Hormigón Estructural EHE-08, y de Estructuras de Acero EAE, reglamentará por primera vez las estructuras mixtas hormigón-acero, y constituirá un hito en la reglamentación estructural española. Los trabajos se han realizado mediante Encargo de gestión de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Fomento. El LCEYM, que forma parte de las Comisiones Interministeriales Permanentes del Hormigón, de Estructuras de Acero y del Cemento, ha coordinado el Grupo de Trabajo "Materiales" de la Ponencia del Código Estructural.

Se emitió, para la Dirección General de Carreteras (DGC), el informe final

correspondiente a la Compatibilización de los artículos relativos a estructuras del PG-3 con las instrucciones relativas a estructuras radicadas en la Secretaría General Técnica del Ministerio de Fomento, dentro del Encargo de gestión para la realización de asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico con dicha Dirección General.

En el **Área de Materiales**, una vez firmado el "Encargo a medio propio personificado por la DGC del Ministerio de Fomento" para la **asistencia técnica en la verificación y comprobación de los indicadores** empleados en los contratos de concesión de autovías vigentes (2018-2021), se ha emitido un número importante de informes relativos a la comprobación de los indicadores correspondientes a la retrorreflexión de las marcas viales y señalización vertical.

Han continuado los trabajos del convenio cuatrianual con 3M España SL, para el Estudio del **comportamiento** a largo plazo de distintos **materiales retrorreflectantes** microprismáticos para señalización.

En el campo de impermeabilización de balsas, se han realizado **estudios sobre la evolución de las geomembranas** utilizadas en la impermeabilización de balsa para la Mancomunidad de los Canales del Taibilla y para la Confederación Hidrográfica del Tajo (balsas de la Sagra-Torrijos), así como para

Balsas de Tenerife (BALTEN).

Por otro lado, se han realizado ensayos químicos acreditados por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) para la **certificación de productos estructurales de acero**, a través de espectrofotómetro de emisión óptica por excitación con chispa, horno de fusión con detección mediante medida de la conductividad térmica y horno de inducción con detectores infrarrojos.

El LCEYM está acreditado por ENAC en el Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), bajo la UNE-EN ISO/IEC 17025, como Laboratorio de Ensayos en las siguientes áreas: Ensayos de Equipamiento y Seguridad Vial y Ensayos de Materiales Metálicos Físico-Mecánicos y Químicos. Además, mantiene la Unidad de Calibración Interna, con trazabilidad ENAC, para calibraciones y verificaciones de tipo dimensional y masa.

En 2018, se inició la actualización de la documentación e implantación a la nueva versión de la UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 y se han actualizado las 6 Bases de Datos en Access para el registro de las actividades realizadas en el SGC, y la Unidad de Red Q. Las actividades del SGC fueron evaluadas por ENAC en la auditoría externa realizada en octubre de 2018.

Se ha impartido el Curso sobre Requisitos de la UNE-EN ISO/IEC 17025:2017.

El LCEYM forma parte de la **Certificación Multisede del CEDEX** del Sistema de Gestión Ambiental UNE-EN ISO 14001, evaluada por la Entidad de Certificación SGS, habiéndose cumplido los objetivos medioambientales programados y proseguido con la concienciación y sensibilización del personal en materia medioambiental, reciclado de residuos, mantenimiento del punto limpio y ahorro energético.

Laboratorio de Fotometría.





LABORATORIO DE GEOTECNIA

Dentro del CEDEX, el Laboratorio de Geotecnia (LG) es el **centro especializado en las actividades de la ingeniería civil vinculadas al terreno**, desarrollando funciones de investigación y de asistencia técnica. Participa en las tres fases en las que se podría dividir cualquier actuación geotécnica:

1. Fase de reconocimiento del terreno o del problema geotécnico mediante ensayos de laboratorio, de campo y técnicas de auscultación.
2. Fase de análisis, mediante la realización de cálculos analíticos y numéricos, pruebas in situ o a escala real y observación geotécnica.
3. Fase de contribución a la seguridad de las obras mediante emisión de informes geotécnicos de recomendaciones sobre soluciones de proyecto, corrección de patologías o métodos constructivos para obras concretas, o mediante la elaboración de guías o manuales técnicos.

En 2018, el ámbito de actividad principal se ha centrado fundamentalmente en la geotecnia de carreteras, de ferrocarriles y de puertos y costas, aunque también se ha trabajado, en menor medida, en temas de geotecnia ambiental, obras hidráulicas y edificación. Ha sido importante así

mismo la actividad en I+D+i, formación y normalización.

Los clientes han sido fundamentalmente institucionales:

- Ministerio de Fomento (MFOM): Dirección General de Carreteras (DGC) y Puertos del Estado
- Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO): Dirección General del Agua (DGA), Confederaciones Hidrográficas, Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, y Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental
- Comunidades autónomas, empresas privadas y para la Unión Europea: proyectos de I+D+i y Comité Europeo de Normalización (CEN)

Por lo que respecta a su **capacidad tecnológica**, el LG cuenta con un completo conjunto de equipos de ensayo geotécnico y con una serie de equipos e instalaciones singulares, entre las cuales pueden destacarse las siguientes: el **cajón ferroviario del CEDEX**; la caja de corte de 1 m³ y **equipos de ensayo de materiales de grandes dimensiones**; y el conjunto de equipos de ensayo de dinámica de suelos, enriquecido este año con la adquisición de un nuevo equipo de **columna resonante y corte torsional**; y en lo referente a equipos de campo, el **presiómetro**

Deslizamiento en la carretera M-226 en Los Santos de la Humosa (Madrid).



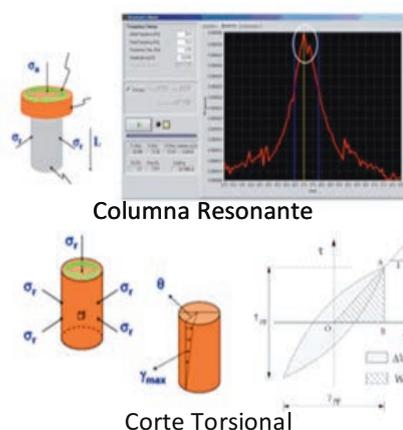
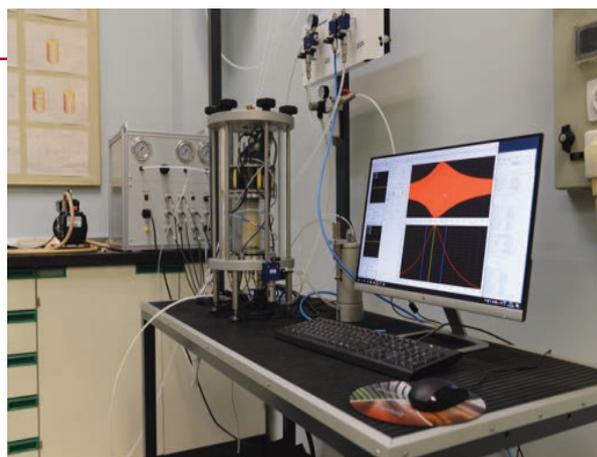
Nuevo equipo de columna resonante y corte torsional.

autoperforador, el piezocono sísmico y el **conjunto de equipos geofísicos** sísmicos y electromagnéticos.

Las principales actuaciones en 2018 agrupadas por temática han sido:

Geotecnia de carreteras

Para la DGC del MFOM, el LG ha realizado estudios de **asistencia técnica** y trabajos de instrumentación para seguimiento de **patologías** en numerosos puntos de la Red de Carreteras del Estado: **desmante** en la Autovía A-7 junto a Carchuna (Granada); desmante en p.k. 102+500 de N-420 junto a Fuencaliente (Ciudad Real); **desprendimientos** en la N-332 en la zona de Mascarat (Alicante); deslizamiento en desmante de la N-II, junto a Vilademuls (Gerona); desmante del p.k. 254 de la Autovía A-8 en Caviedes (Cantabria); desmante 32 en el tramo Enlace de Polopos-Enlace de Albuñol de la Autovía A-7 (Granada); desmante en el p.k. 240 de la carretera A-7 (Málaga); patologías en **terraplenes** en diferentes puntos de las autovías SE-20, SE-30, SE-40 y A-49 en Sevilla; patologías en un **talud** de la Autovía A-8 en Villaviciosa (Asturias); deformaciones en varios terraplenes de la autovía A-7 en la Variante de Alcoy (Alicante); asistencia técnica en las obras Enlace de Virreinas (Málaga); patologías en terraplén del p.k. 298 de la autovía A-40 (Cuenca); instrumentación de terraplén en la N-420 junto a Fuencaliente (Ciudad Real); hundimiento en el ramal de salida a Los Corrales de Buelna de la A-67 (Cantabria); inestabilidad en la carretera N-621 junto a Bores (Cantabria); asiento de la calzada de la autovía A-8 junto a Reocín (Cantabria); túneles de Ramoncillos en la Autovía del Mediterráneo en el tramo Polopos-Albuñol (Granada); patologías en la estructura de la autovía MA-22 de acceso al Puerto de Málaga;



patologías en el entorno del falso túnel del p.k. 851 de la N-420 en Coll de la Teixeta (Tarragona). Para la Comunidad Autónoma de Madrid se ha realizado un informe de estabilización de la carretera M-226 entre los pp.kk. 4+800 y 5+100 en Los Santos de la Humosa.

Geotecnia ferroviaria

Las labores del LG abarcan cuatro campos de actuación: **ensayos a escala 1:1 en el cajón ferroviario del CEDEX**, instrumentación y ensayos in situ en secciones ferroviarias, modelización de secciones ferroviarias y ensayos de laboratorio sobre materiales usados en las vías férreas. Destacan las labores en el ámbito de la modelización numérica, orientadas básicamente al análisis de los ensayos realizados en el cajón ferroviario, así como de problemas relacionados con la velocidad crítica. En relación con este último aspecto, **se ha participado en el California High-Speed Project**, proyecto en el que intervienen empresas españolas a cargo de la línea de alta



Talud en materiales piroclásticos.

velocidad en California. En concreto, el LG ha asesorado a la empresa Dragados en la determinación de la velocidad crítica de algunas secciones en tramos con suelos de baja calidad geotécnica. En el ámbito normativo, se ha participado, por encargo de la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC), en la redacción de la "International Rail Solution (IRS) on Design and Construction Principles of Earthworks and Track Bed Layers for Railway Lines"; aportando la ponencia del Comité Redactor de la IRS 719 sobre el Proyecto y Ejecución de Obras de Tierra en Líneas Férreas.

Geotecnia portuaria

Se han realizado trabajos de **asesoramiento geotécnico a Puertos del Estado** para el seguimiento del paseo marítimo de Huelva en la margen izquierda del Odiel y para las **patologías del muelle** sur del Puerto de Huelva, así como para la nueva **terminal de contenedores** del Puerto de Cádiz y la profundización del canal de acceso al puerto. Sobre la explanada de dicha terminal se han puesto a punto diversas técnicas singulares de reconocimiento. También se han empleado estas técnicas para valorar la ganancia de resistencia del jet-grouting bajo un cajón en el Puerto de Valencia. Puede destacarse también el estudio de alternativas de la cimentación de la terminal para pasajeros del muelle Botafoc (Puerto de Ibiza) y ensayos para la prolongación del dique-muelle del Puerto de Santa Cruz de la

Palma. Se ha prestado asistencia en la resolución de conflictos relacionados con aspectos geotécnicos en el Puerto de Málaga, relativos a las banquetas de escollera y todo-uno de los diques de la margen izquierda y sur, y en el Puerto de Cádiz sobre la ejecución de las pantallas del falso túnel de acceso a la nueva terminal.

Geotecnia ambiental

Para la Dirección General de Costas de MITECO, se ha realizado un análisis del proyecto "**Regeneración y Adecuación Ambiental de la Bahía de Portman**" en relación con la estabilidad del depósito de residuos mineros previsto en la Corta Minera de San José. Para la Comunidad de Madrid, se ha elaborado un parecer sobre la propuesta técnica de recrecimiento del vertedero de residuos sólidos urbanos de Nueva Rendija.

Geotecnia de obras hidráulicas

Para la **Confederación Hidrográfica del Duero** se ha completado el informe sobre el estudio de la estabilidad del talud situado en la margen izquierda del río Eresma en Coca (Segovia). Para la **Dirección General del Agua** de MITECO, se ha redactado un informe para la reanudación de la construcción del túnel subfluvial para el Colector Santoña-Laredo.

Corrección de deslizamiento
en Fuencaliente, N-420.



Túnel de Ramoncillos en la
Autovía del Mediterráneo en
el tramo Polopos-Albuñol
(Granada).



Edificación

En el ámbito del estudio de **patologías de cimentaciones** de edificios históricos, para la Comunidad de Castilla y León, se ha continuado con el análisis de la problemática geotécnica de la campa de la Ermita de San Bernabé y la ladera situada sobre el sumidero del río Guareña, en el monumento natural de Ojo Guareña (Burgos).

I+D+i

Se ha estado trabajando para el Gobierno de Canarias en el estudio del desarrollo de una **clasificación geomecánica** para evaluar el riesgo de inestabilidad de taludes en los **materiales volcánicos** de las islas Canarias.

Normalización

Destaca el contrato para redacción de ponencia del futuro **Eurocódigo 7**, Proyecto Geotécnico encargado por CEN TC-250, a través de Nederlands Normalisatie-Instituut (NEN).

Transferencia tecnológica

Se ha realizado la **36ª edición del Máster en Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica** (CEDEX-UNED) (1 febrero – 2 julio), y la Jornada Técnica sobre Aplicaciones de Métodos Sísmicos en Ingeniería Geotécnica (24 octubre).

Servicio Técnico Permanente

Este servicio realiza ensayos geotécnicos para diferentes **clientes nacionales y extranjeros**, pudiendo destacarse: numerosos pedidos de ensayos de materiales gruesos en la caja de corte de 1 m³ (Puerto de Aberdeen en Escocia, BOUYGUES Travaux Publics en Francia, sobre balasto para ADIF, escolleras del Puerto de Santa Cruz de la Palma); ensayos de corte en los equipos de 30x30 (estudios de rozamiento geotextil-suelo para la A-44 en Granada); ensayos dinámicos para cimentaciones de parques eólicos; diseño de ensayo especial de tracción de anclajes para la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) en el proyecto Reologic; y ensayos de hinchamiento de escorias de acería en el Reino Unido.



LABORATORIO DE INTEROPERABILIDAD FERROVIARIA



Vista panorámica del laboratorio de Simulación de Tráfico del LIF.

En 2018 el Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX ha tenido una actividad muy intensa, especialmente en los campos de ensayos de líneas ERTMS (European Rail Traffic Management System), proyectos europeos y, con menos intensidad, en la certificación de componentes ERTMS.

Una de las actividades más relevantes ha sido la continuación de los ensayos de la Línea de Alta Velocidad (LAV) Valladolid-León-Burgos, en el tramo Venta de Baños-Burgos equipado por Bombardier, y que aún está pendiente de los datos definitivos de la línea. La principal novedad ha sido la **ejecución de ensayos con varios trenes moviéndose simultáneamente** por la línea controlados por el equipo de vía RBC (Radio Block Center) de Bombardier, en concreto la ejecución con cuatro trenes estacionados en las vías de la estación de Burgos, que salen paulatinamente de la misma a medida que el RBC les envía las correspondientes autorizaciones de movimiento.

En el mismo ámbito de pruebas de líneas ERTMS, se finalizaron en los primeros meses de 2018 las pruebas de interoperabilidad de la LAV de Haramain ERTMS N2 entre el EVC (European Vital Computer) o equipo embarcado de Alstom y el RBC de Siemens. Estas pruebas sirven para ratificar el correcto funcionamiento del sistema antes de su puesta en servicio, siendo presenciadas por los miembros del consorcio

español así como por los asesores independientes de la DBI (Deutsche Bahn International) y por los certificadores de la línea, el Organismo Notificado Italiano (Italcertifer). A mitad de 2018 se iniciaron las pruebas de ERTMS N1 del Corredor Atlántico entre Vigo, Santiago y La Coruña con tres tramos de vía equipados por Alstom, CAF y Siemens, donde cada tramo se ha probado con tres equipos embarcados de suministradores diferentes. Este conjunto de pruebas está finalizado a la espera de los datos definitivos de vía.

En los últimos meses de 2018 se iniciaron las pruebas de la LAV ERTMS N2 Antequera-Granada mediante la integración de los RBCs de Siemens, así como las pruebas de la línea ERTMS N2 de Dakar equipada por Thales con la versión baseline (BL2) de las especificaciones, y por la que circulará un tren equipado con el EVC de Alstom de la baseline 3 (BL3). Por tanto, **será la primera vez que se ejecuten unas pruebas de un EVC BL3 sobre una línea ERTMS BL2, de gran interés para el sistema ferroviario español que está pendiente de demostrar la compatibilidad hacia atrás, esto es, que un tren equipado con BL3 circule correctamente sobre todas las líneas españolas que son versiones BL2 (2.3.0.d).**

En lo relativo a ensayos de certificación de componentes ERTMS, se inició la campaña de pruebas del EVC de Ansaldo BL3 (figura 2) que se finalizará a lo largo de 2019. También se realizaron

Eurocabina (EVC)
de Ansaldo BL3.
Ensayos de
certificación
en el LIF.



unas últimas pruebas de certificación del equipo embarcado de CAF BL2, que se había ensayado en su totalidad en 2017, ya que unas últimas modificaciones del mismo por parte de CAF dieron lugar a la necesidad de ejecutar un conjunto de pruebas adicionales para garantizar la compatibilidad con las especificaciones de estas últimas modificaciones. Es de resaltar que en los meses de agosto y septiembre **este sistema realizó las pruebas de interoperabilidad en los trenes circulando por Holanda** del operador Nederlandse Spoorwegen (NS) **con un resultado excelente**, ya que no se detectó ninguna incidencia en vía. Es una muestra de cómo una depuración previa de la Eurocabina con diferentes RBCs da lugar a un comportamiento excelente en vía.

En lo referente a ensayos realizados en el Laboratorio de Eurobaliza, señalaremos la finalización de los ensayos de certificación de la baliza de la empresa china Lanxin, y de las pruebas de inmunidad electromagnética de la Antena/BTM (Módulo de Transmisión de Baliza) de CAF Signalling basadas en el Subset S-116. Además, a finales de 2018 se realizaron ensayos adicionales a la Antena/BTM de CAF, en concreto los ensayos de "Obtención de patrones de radiación".

Otro proyecto que ha ocupado muchos recursos del LIF ha sido **el proyecto europeo VITE, "Virtualización de entornos de ensayo"**, que se ha finalizado en diciembre de 2018 y en el que se han definido las arquitecturas para ensayos operacionales del ERTMS en laboratorio, así como las interfaces necesarias para la realización remota (equipo embarcado en un laboratorio y RBC o equipo de vía en otro) de este tipo de ensayos. **Es la primera vez que se definen estos estándares europeos** que a buen seguro serán muy útiles para el despliegue del ERTMS a toda Europa.

Otros proyectos europeos desarrollados por el LIF han sido la **finalización de los ensayos cruzados ERTMS** en el proyecto financiado con fondos CEF (Connecting Europe Facility) (2014-EU-TM-0279-S), o las actividades **del proyecto ERSAT-GGC** (ERTms + SATellite -Galileo Game Changer), financiado por la GSA (European Global Navigation Satellite Systems Agency), para la utilización del Sistema Galileo en el ERTMS mediante el concepto de la baliza virtual.

Es importante destacar que **el LIF lideró el grupo de trabajo** que, bajo el paraguas de la Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española (PTFE), recogió la opinión de todo el sector sobre los problemas que está teniendo el despliegue del ERTMS en España, sentir que se resumió en el documento *Experiencia y Futuro del ERTMS en España* presentado por el Director del LIF en la Asamblea Anual de la PTFE celebrada el 12 de diciembre.

También es importante señalar que se han finalizado las negociaciones entre los **cinco laboratorios europeos de ERTMS para constituir una Asociación Europea de Laboratorios de ERTMS**, que tendrá voz propia ante la Comisión Europea y la Agencia Ferroviaria Europea. El LIF será uno de los miembros junto con DLR (Alemania), RINA (Italia), LEF (Francia) y Multitel (Bélgica). La condición básica es estar acreditado como laboratorio de ensayos ERTMS bajo la norma UNE17025, acreditación que el LIF renovó y amplió a la línea de base 3 (BL3) tras la auditoría llevada a cabo por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) en julio de 2018.



CENTRO DE ESTUDIOS HISTÓRICOS DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO



Maqueta del Viaducto Torres-Quevedo sobre el río Narboneta (Cuenca).

De acuerdo con las competencias del CEDEX, recogidas en sus Estatutos, le corresponde al Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (CEHOPU) del CEDEX, la investigación, estudio y difusión del patrimonio histórico de la obra pública en España.

A lo largo de 2018 el centro ha continuado su actividad en el desarrollo de las distintas áreas en las que se organizan sus competencias. Así, en relación con las **exposiciones itinerantes**, fue inaugurada el 13 de marzo la exposición **Puentes Arco en España, en el Museo Municipal de Albacete**, organizada en colaboración con el Ayuntamiento y el Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de la Demarcación de Castilla-La Mancha. La exposición permaneció abierta hasta el 3 de junio, con notable afluencia de público.

La exposición, tratándose de una muestra de puentes históricos, se ha organizado en función de los materiales y de las épocas, quedando dividida en cinco áreas, para abarcar las técnicas constructivas romanas y grandes luces, los puentes medievales, los puentes de fábrica: siglos XVI-XIX, los puentes de hierro y acero, y por último, el hormigón estructural.

Con la Fundación de Cultura Islámica se ha continuado una fructífera colaboración iniciada hace varios años. Concretamente y con el apoyo de la Fundación Qatar **se ha participado en la organización de la exposición El Jardín Andalúsí**, en el College of Islamic Studies, dentro del campus Education City, **en Doha (Qatar)**, del 15 al 31 de mayo. La muestra incluía diversas maquetas de ingeniería pertenecientes a la Colección de Historia de las Obras Públicas de CEHOPU.

En colaboración con la Universidad de la Laguna, ha participado en la organización de una **exposición conmemorativa sobre Agustín de Betancourt**, aportando materiales y maquetas de la exposición del CEHOPU sobre el ilustre ingeniero canario, **Los Inicios de la Ingeniería Moderna en Europa**. Dividida en tres áreas, se presenta la vida y obra de Betancourt en España y Rusia donde terminaron sus días. La muestra permaneció abierta desde el 23 de abril al 29 de junio en la Biblioteca Universitaria.

La exposición **Artifex. Ingeniería Romana en España** pone de manifiesto el inmenso legado técnico del mundo romano; muestra los saberes en diversos campos de la tecnología y sus aplicaciones a la ingeniería civil en Hispania, con el acento puesto en los procedimientos y técnicas empleados por el artifex o artífice.

El 27 de abril fue inaugurada en el Museo Villa Romana "La Dehesa" de Cuevas de Soria, con motivo de la conmemoración del 2150 aniversario de la gesta numantina. La muestra fue organizada en colaboración con la Fundación Juanelo Turriano y la Diputación de Soria y estará en exhibición hasta mayo de 2019.

Exposición
*Artifex. Ingeniería
Romana en España.*



El día 21 de mayo fue inaugurada la exposición **Cuatro siglos de Ingeniería española en Ultramar**, en la que ha participado CEHOPU, junto al Archivo de Indias y la Asociación Empresarial ASICA, mediante la cesión de diversas maquetas relacionadas con el tema. Este periodo colonial al que el centro ha dedicado una atención especial a lo largo de su historia, le ha servido para el diseño de diversas exposiciones temáticas y la edición de importantes publicaciones.

Del 15 de junio al 9 de septiembre la exposición **Obras Hidráulicas de la Ilustración** ha permanecido en exhibición en la sala de exposiciones del Ayuntamiento de Segovia, ubicada en la Casa de Moneda y declarada Bien de Interés Cultural por La Junta de Castilla y León, cuya gestión corresponde al Gobierno Municipal. Esta muestra recoge los proyectos más significativos acometidos en la época de la Ilustración española, apenas cincuenta años, en los que se impulsó el mayor programa de

modernización de las obras hidráulicas llevado a cabo hasta entonces en la historia de nuestro país.

La organización se ha realizado en colaboración con la Fundación Juanelo Turriano y el Ayuntamiento. El 6 de diciembre se cumplían los 40 años de la Constitución Española de 1978. Entre los distintos actos organizados por el Gobierno se inauguró por el titular del Ministerio de Fomento la exposición **Tierra, Agua y Aire. 40 años de infraestructuras, transporte y vivienda al servicio de la sociedad española.**

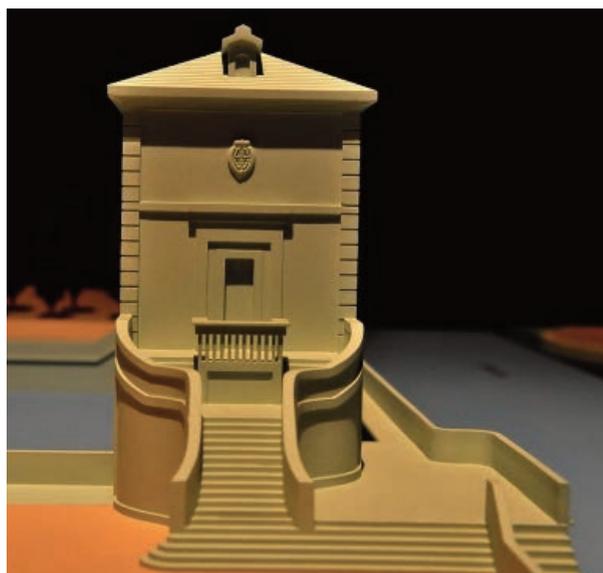
La colaboración de CEHOPU se materializó con el asesoramiento en relación a las obras elegidas, imágenes y textos, y la cesión de 15 maquetas de su Colección. En relación con los distintos programas que se acometen en cumplimiento de los objetivos del centro, se puede resumir su actividad actual y futura en:

1. Investigación, estudio y elaboración de contenidos

La investigación da soporte a los distintos proyectos de CEHOPU, materializados en las exposiciones y publicaciones que se definen en los siguientes apartados. Otra de las actividades principales de su cometido es el mejor conocimiento del patrimonio histórico de la obra pública en España.

En este sentido, CEHOPU **continúa los trabajos de investigación relativos a puentes históricos en colaboración con otros centros del CEDEX** (Laboratorio Central de Estructuras y Materiales,

Maqueta de la Casa de Compuertas de Pignatelli en el Bocal. Canal Imperial de Aragón.





Maqueta del Depósito de Fedala (Marruecos) 1956. Eduardo Torroja.

Laboratorio de Geotecnia y Centro de Estudios Hidrográficos) y los estudios históricos de presas, con el Centro de Estudios Hidrográficos.

Con la Universidad Politécnica de Madrid, la Escuela de ICCP de Castilla-La Mancha, la Escuela de ICCP de Cantabria, la Escuela de ICCP de La Coruña, etc.; se desarrolla un proyecto financiado por el Ministerio de Economía para la preparación del *Libro Blanco del Patrimonio de las Obras Públicas en España*, como paso previo a la elaboración del Plan Nacional del Patrimonio de la Obra Pública.

Se está trabajando en una **acción de I+D+i** con la UNED, la Universidad Autónoma de Madrid, la Universidad de Barcelona, etc., financiada por el Ministerio de Economía y denominada *El Dibujo de los Ingenieros en la Edad Moderna: las ciudades del Mediterráneo (Siglos XVI-XVIII)*. Dicha participación se plasmará en jornadas, congresos y edición de libros, uno de ellos en preparación.

2. Difusión de la historia de las obras públicas

Se realiza a través de la organización de exposiciones, publicaciones y la participación en congresos, jornadas, etc.

a. Exposiciones de nueva factura

Se está dando comienzo a los trabajos sobre:

- Santo Domingo de la Calzada. El Ingeniero del Camino.
- El Urbanismo de la Ilustración
- Puertos, Caminos, Ciudades e Ingenios en la Obra de Miguel de Cervantes

b. Exposiciones itinerantes

CEHOPU gestiona en la actualidad

11 exposiciones itinerantes:

- Iribarren. Ingeniería y mar
- Artifex. Ingeniería romana en España
- Felipe II. Los ingenios y las máquinas
- Más allá del arco. Puentes de la modernidad
- Obras hidráulicas de la Ilustración
- Puentes arco en España
- Ars Mechanicae. Ingeniería medieval en España
- Ildefonso Sánchez del Río. El ingenio de un legado
- Félix Candela. La conquista de la esbeltez
- Carlos Fernández Casado, ingeniero
- Torroja

Otras nuevas actuaciones se centrarán en las siguientes exposiciones:

- España en el Mediterráneo. La construcción del espacio
- Los orígenes del hormigón armado en España
- Betancourt. Los orígenes de la ingeniería moderna en Europa
- Manila 1571-1898. Occidente en Oriente
- Los canales de Castilla e Imperial de Aragón
- Colección de maquetas de Historia de las Obras Públicas

3. CEHOPU como centro de documentación

CEHOPU alberga el archivo de proyectos del ingeniero Eduardo Torroja y Miret. En este centro se lleva a cabo la **gestión, catalogación y atención al público** de las web de los Archivos

de Torroja y Carlos Fernández Casado, colecciones cedidas por las familias de ambos.

En estos archivos se viene realizando, de modo continuado con medios propios, la digitalización de los documentos para incrementar los contenidos de la página web con el material electrónico obtenido.

Con el Archivo Torroja, se está trabajando con la Universidad Politécnica de Madrid, la Fundación Eduardo Torroja y el Instituto Torroja, para diseñar una App donde se puedan consultar los fondos sobre dicho ingeniero.

También, está en trámite el depósito de la documentación técnica, planos y memorias, de proyectos de Santiago Calatrava, cedidos por la empresa Martínez Segovia Fernández Pallas y Asociados.

Entre las actividades de futuro se pretenden organizar otras webs de archivos, semejantes a los existentes, sobre figuras relevantes de la ingeniería en España vinculados al CEDEX.

Además, CEHOPU cuenta con un **archivo fotográfico** de los trabajos realizados por el centro desde sus orígenes, con más de 60.000 imágenes que se actualizará con nuevo material recopilado en los últimos años, así como su catalogación, clasificación, digitalización y archivo.

4. Museo Virtual del CEDEX

Para dar a conocer la actividad del centro se dispone del "Museo Virtual", que puede consultarse desde la web del organismo.

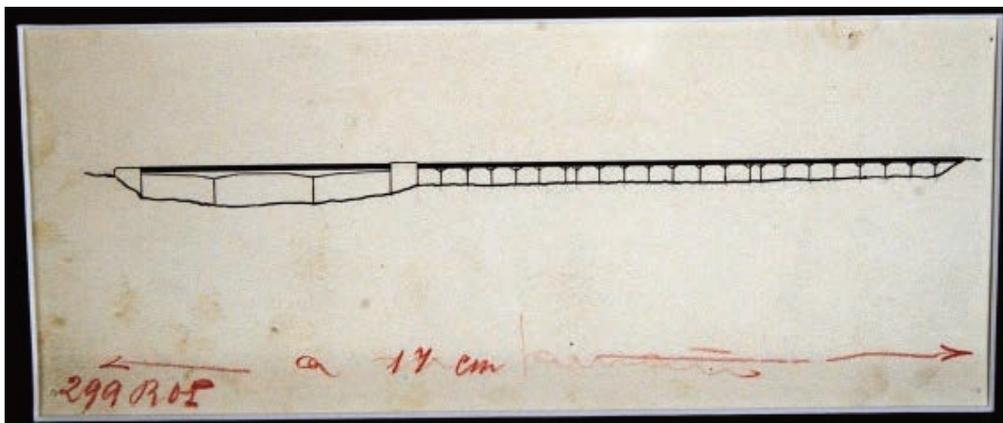
Este museo muestra **más de 25 exposiciones** realizadas por CEHOPU desde su creación en 1984.

La colección de piezas de dichas exposiciones es fruto de la trayectoria del centro, a lo largo de 30 años de actividad dando a conocer la historia de las obras públicas en España. Como resultado, se ha ido conformando la "Colección de maquetas de las obras públicas".

5. Publicaciones

En colaboración con el Centro de Estudios Hidrográficos se están desarrollando los trabajos para la edición del libro *José María Martín Mendiluce. Recuerdos y Antología*, cuya publicación está prevista en 2019 al cumplirse el 50 aniversario de su nombramiento como Director del mencionado Centro de Estudios Hidrográficos en 1968, donde desarrolló la mayor parte de su carrera profesional. El texto se agrupa de modo temático en: "Planificación Hidrológica"; "Obras y Aprovechamientos Hidráulicos"; "Acueducto Tajo-Segura"; y "Acción exterior: Ecuador". Incluye, además, una colección de textos escritos expresamente para el libro por colaboradores y compañeros de Mendiluce en distintas etapas de su vida.

También está prevista para 2019 la edición facsímil del libro inédito *Obras principales de hormigón armado proyectadas y dirigidas por Eduardo Torroja desde 1926 a 1936*, una joya de pequeña tirada escrita por Torroja como obsequio a quienes se sumaron a su homenaje, promovido por José Eugenio Ribera, autor del prólogo escrito ocho días antes de su muerte.



Croquis original manuscrito. Archivo Carlos Fernández Casado.





TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO



TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO

La Unidad de Apoyo del CEDEX para la Transferencia de Conocimiento, ha continuado en 2018 dando soporte tanto a los diferentes centros y laboratorios del mismo como a los sectores relacionados con la ingeniería civil mediante la transferencia del conocimiento en materia de investigación técnico-científica e innovación.

En este sentido, ha desarrollado y consolidado sus líneas de trabajo a través de tres canales:

- Formación
- Publicaciones
- Documentación y Red de Bibliotecas

FORMACIÓN

Se ha continuado trabajando en la línea de ejercicios anteriores en aras de **difundir y transferir el conocimiento**, gestionando con eficiencia y calidad sus actividades, todas ellas encaminadas a desarrollar la formación permanente y la transferencia de tecnología entre los profesionales de la ingeniería civil.

Formación continua

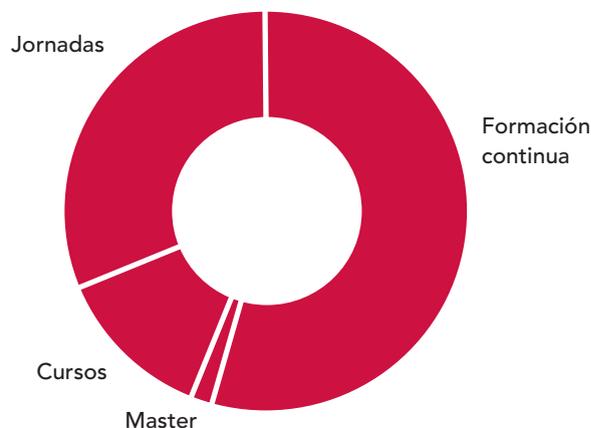
En lo que se refiere a formación interna del personal del CEDEX, y centrándonos en el **Plan de Formación Continua 2018**, se han desarrollado nuevas acciones formativas fruto de las necesidades detectadas por los centros directivos, las organizaciones sindicales, las comisiones y los empleados públicos del organismo.

Atendiendo a estas premisas, se han realizado un total de 32 cursos con una carga lectiva de 648 horas y la asistencia de 330 alumnos (125 mujeres y 205 hombres).

Cursos

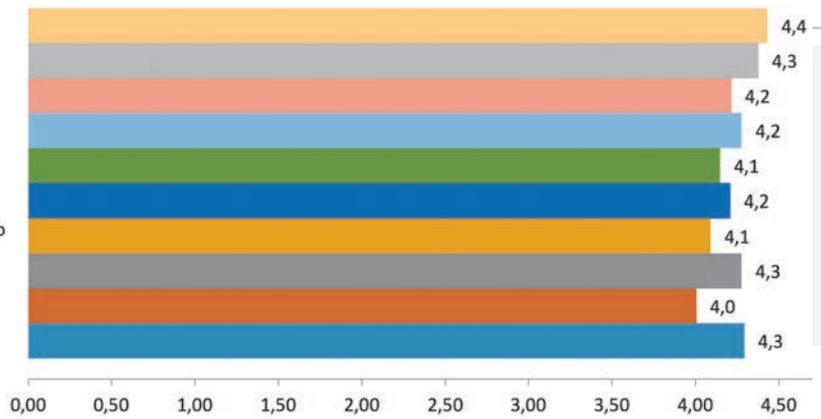
Cursos Selectivos de Acceso a los Cuerpos Especializados de la Administración y Escalas de Técnicos Facultativos de Organismos Autónomos de los Ministerios de Fomento y para la Transición Ecológica y otras instituciones.

La actividad global de la formación del CEDEX ha estado distribuida por sectores según el gráfico adjunto.



Evaluación global de los cursos por parte de los asistentes. (Puntuación de 0 a 5).

- Organización
- Medios técnicos
- Instalaciones
- Temario
- Material didáctico
- Utilidad en puesto de trabajo
- Relación teoría/práctica
- Nivel de temas tratados
- Expectativas formativas
- Interés del curso



Curso Nacional sobre Tratamiento de Aguas Residuales y Explotación de Estaciones Depuradoras. Ha celebrado su XXXVI edición.

DUALSPHYSICS: Herramienta Numérica en Ingeniería Costera y Energías Marinas. En este curso organizado por CEPYC, han participado un total de 28 alumnos distribuidos en 2 ediciones cuya duración ha sido de 8 horas cada edición.

Máster en Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica, título propio de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), que viene desarrollándose desde 2012.

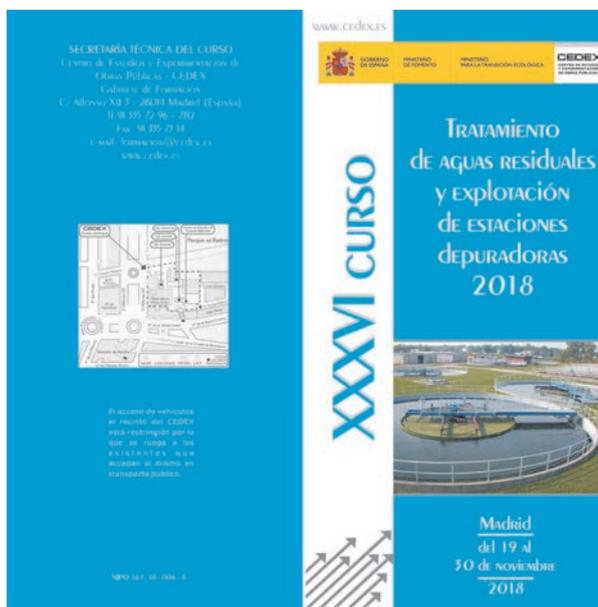
Cabe destacar la organización de 35 eventos entre reuniones, plataformas, jornadas y comités en las instalaciones del CEDEX, habiendo sido elegidas éstas como sede de numerosos eventos

por instituciones públicas y privadas, y con notable afluencia de público.

PUBLICACIONES

En su calidad de **unidad editora del Programa Editorial del Ministerio de Fomento**, dentro del Plan General de Publicaciones de la Administración General del Estado (AGE) para 2018, el CEDEX ha seguido impulsando la transmisión de conocimiento, con especial énfasis en los procesos de innovación en los ámbitos de la obra pública, la ingeniería civil y el medio ambiente.

En el capítulo de Publicaciones, el organismo programó la edición de *Las Obras Públicas en las Monedas Romanas*, de José Manuel de la Peña



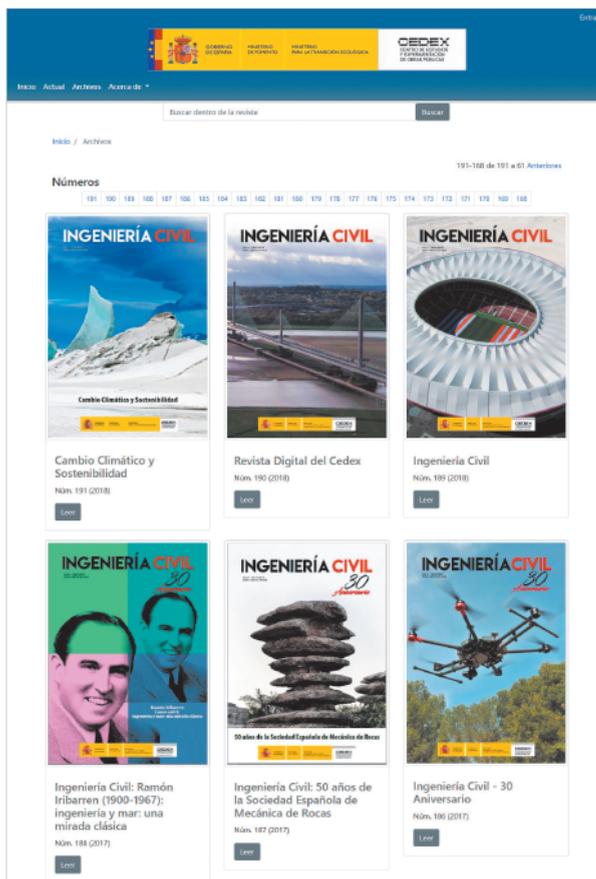


Monografías, editadas por el CEDEX, que recogen distintos temas dentro del campo de la ingeniería civil.

Olivas, entre otras. Además, cinco monografías técnicas (M-136, M-137, M-138, M-139 y M-140), estas últimas en formato papel y electrónico.

La revista **Ingeniería Civil (IC)** vio la publicación en papel de sus correspondientes 4 números trimestrales (189, 190, 191 y 192).

Digitalización de Ingeniería Civil



Continuando con el proceso de modernización y digitalización de IC, se procedió en 2018 a la implantación y desarrollo en la misma del gestor de contenidos *Open Journal System (OJS)*, que permitirá la centralización y el mantenimiento de los flujos de trabajos editoriales propios de las revistas científicas, y en su caso, la indexación. Y como resultado de esta transformación, la revista y su fondo histórico son de libre acceso en formato electrónico (PDF y XML/HTML) a través de la web oficial del CEDEX (<http://www.cedex.es>).

DOCUMENTACIÓN Y RED DE BIBLIOTECAS

Desde la Red de Bibliotecas del CEDEX se ha seguido con la consolidación de las líneas de trabajo centradas en la mejora de los servicios a los usuarios y continuar con el objetivo de **dar apoyo a los procesos de investigación y asistencia técnica del organismo**, poniendo siempre a disposición de los técnicos e investigadores la documentación requerida para el desarrollo de los trabajos que se llevan a cabo en los distintos centros y laboratorios.

El **Catálogo Colectivo de la Red de Bibliotecas** ha alcanzado 130.965 títulos y un total de 165.575 volúmenes. En este catálogo están incluidos los títulos monográficos, revistas, mapas, recursos electrónicos y más de 9.500 informes técnicos elaborados por el organismo.



Nueva Biblioteca del Centro de Estudios Hidrográficos.



Revista *Ingeniería Civil*, nº 192.

El acceso al catálogo es público y está disponible para su consulta a través de Internet en la dirección: <http://vopac.cedex.es/opac>

En el capítulo de revistas no ha habido variación con respecto al año anterior y solo se han recibido aquellos títulos que se obtienen por donación, canje con nuestra revista *Ingeniería Civil*, o las editadas por organismos o asociaciones a las que pertenece el CEDEX como miembro.

En cuanto a la suscripción de bases de datos, se han mantenido **reuniones con la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT)** para renovar la suscripción de la base de datos WOS (*Web of Science*), importante herramienta de investigación para los profesionales del organismo.

También hay que destacar el **traslado de la biblioteca del Centro de Estudios Hidrográficos** desde la planta 5ª al ala anexa del edificio, cercana a los archivos. Con este traslado la biblioteca gana tanto en superficie como en metros lineales de estanterías, a la vez que mejora las medidas de seguridad y conservación de sus fondos.

```
        modifier_ob.  
        set mirror object to mirror  
        mirror_mod.mirror_object  
        operation == "MIRROR_X":  
        mirror_mod.use_x = True  
        mirror_mod.use_y = False  
        mirror_mod.use_z = False  
        operation == "MIRROR_Y":  
        mirror_mod.use_x = False  
        mirror_mod.use_y = True  
        mirror_mod.use_z = False  
        operation == "MIRROR_Z":  
        mirror_mod.use_x = False  
        mirror_mod.use_y = False  
        mirror_mod.use_z = True
```

```
        #selection at the end -add  
        mirror_ob.select= 1  
        modifier_ob.select=1  
        context.scene.objects.active  
        ("Selected" + str(modifier_ob)  
        mirror_ob.select = 0  
        = bpy.context.selected_objects  
        data.objects[one.name].select  
        print("please select exactly
```

--- OPERATOR CLASSES ---

```
        types.Operator):  
        X mirror to the selected  
        object.mirror_mirror_x"  
        mirror_x"
```

```
        context):  
        context.active_object is not
```

ANEJO. DETALLE DE LA ACTIVIDAD



ANEJO. DETALLE DE LA ACTIVIDAD



MÁSTER Y CURSOS DEL CEDEX

| TÍTULO | ORGANIZADORES | FECHA | ÁMBITO |
|---|--|--------------------------------|---------------|
| Máster en Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica 2018 | CEDEX, AECID, Fundación Agustín de Betancourt, UPM, UNED y otras fundaciones | 1 de febrero a 31 de octubre | Internacional |
| Curso DualSPHysics Herramienta Numérica en Ingeniería Costera y Energías Marinas | CEDEX | 19 de junio | Nacional |
| XXXVI Curso de Tratamiento de Aguas Residuales y Explotación de Estaciones Depuradoras 2018 | CEDEX | 19 al 30 de noviembre | Nacional |
| Curso Selectivo Acceso al Cuerpo de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas | MFOM | 5 octubre a 9 de noviembre | Nacional |
| Curso Selectivo Acceso al Cuerpo de Ingenieros Navales | MFOM | 5 octubre a 30 de noviembre | Nacional |
| Curso Selectivo Acceso al Cuerpo de Ingenieros Técnicos de Topografía | MFOM | 15 octubre a 9 de noviembre | Nacional |
| Curso de Iber avanzado | MINECO-CEDEX | 8, 13 y 20 de noviembre | Nacional |
| Curso Selectivo Acceso al Cuerpo de Ingenieros Técnicos Aeronáuticos | MFOM | 19 noviembre a 14 de diciembre | Nacional |
| Curso de Iber especializado en rotura de presas | MINECO-CEDEX | 18-19 de diciembre | Nacional |
| Jornada Novedades en la Legislación de Contratos del Sector Público | MAGRAMA-CEDEX | 30 de enero | Nacional |
| Jornada Anual del Observatorio del Transporte y la Logística en España (OTLE) | MFOM-CEDEX | 9 de marzo | Nacional |
| Jornada formativa del Real Decreto 1036/2017 de Drones/RPAS | AESA-CEDEX | 16-17 de abril | Nacional |

| | | | |
|---|------------------|--------------------|---------------|
| Jornada Técnica sobre la Presa de L'Albagés (SEPREM) | SEPREM-CEDEX | 18 de abril | Nacional |
| IV Seminario Internacional de Obras de Tierra en Europa (ATC) | ATC-CEDEX | 19-20 de abril | Internacional |
| Jornada Técnica Anual de la Sociedad Española de Mecánica de Rocas. Casos Singulares en Mecánica de Rocas | SEMR-CEDEX | 25 de abril | Nacional |
| Jornada Comité de Planificación de la Asociación Técnica de Carreteras. Homenaje a Sandro Rocci | ATC-CEDEX | 26 de abril | Internacional |
| Seminario IAHR-Spain Water sobre Aproximación al fenómeno nival en España en un contexto de cambio climático | IAHR-CEDEX | 28 de junio | Internacional |
| Foro sobre Deconstrucción, Demolición, Descontaminación y Reciclaje (AEDED) | AEDED-CEDEX | 25 de septiembre | Internacional |
| Jornada sobre Datos y Herramientas para la Gestión de la Movilidad | ITS ESPAÑA-CEDEX | 26 de septiembre | Nacional |
| Jornadas Técnicas sobre Materiales Tratados con Nuevos Conglomerantes Hidráulicos para Carreteras | IECA-CEDEX | 27 de septiembre | Nacional |
| Jornada de Difusión del 4º Paquete Ferroviario. Visión de la Agencia Ferroviaria Europea | MFOM-AESF | 2 de octubre | Internacional |
| Jornada Técnica sobre Aplicaciones de Métodos Sísmicos en Ingeniería Geotécnica | CEDEX | 24 de octubre | Nacional |
| Jornada sobre Análisis Ambiental y de Costes en el Ciclo de Vida de Firmes y Pavimentos (ATC) | ATC-CEDEX | 6 de noviembre | Nacional |
| Foro ARPHO Encuentro Anual sobre Reparación, Refuerzo y Protección del Hormigón | ARPHO-CEDEX | 20 de noviembre | Nacional |
| Jornadas sobre Obras de Interés Geotécnico. 52ª Sesión | SEMSIG-CEDEX | 7 de noviembre | Nacional |
| Jornada 40 Aniversario de la Constitución Española | MFOM-CEDEX | 11 de diciembre | Nacional |
| Jornadas CEDEX de Puesta en Común de Actividades de los Centros y Laboratorios al Objeto de Detectar Sinergias y Plantear Proyectos Futuros | CEDEX | 13-14 de diciembre | Nacional |
| Reunión del Comité AENOR CTN 103/SC1 | CEDEX | 17 de enero | Internacional |
| Reunión del Comité AENOR CTN 140/SC7 | CEDEX | 29 de enero | Internacional |

| | | | |
|---|-----------|-----------------|---------------|
| Reunión del Grupo de Interacción Suelo-Estructura | CEDEX | 29 de enero | Nacional |
| Reunión Proyecto CLARITY, Open eGovernment Services | CEDEX | Varias fechas | Internacional |
| Reunión Comité ISO/TC 43/SC 1/WG 27 | CEDEX | 13 de febrero | Internacional |
| Reunión Comité ISO/TC 43/SC 1/WG 33 | CEDEX | 14 de febrero | Internacional |
| Reunión Comité Técnico de Normalización AENOR CTN 103 | CEDEX | 20 de marzo | Internacional |
| Reunión Proyecto DRAINAGE | CEDEX | 13 de marzo | Internacional |
| Reunión Comité UIC 719 y 722 Earthworks and Track Bed for Railway Lines | CEDEX | 14-15 de marzo | Internacional |
| Reunión Comité ISO/TC 182 | CEDEX | 21-22 de marzo | Internacional |
| Reunión Comité CEN/TC 341 Geotechnical Investigation and Testing | CEDEX | 20-22 de marzo | Internacional |
| Reunión Comité D.4. de la PIARC | CEDEX | 17-18 de abril | Internacional |
| Reunión Internacional de Seguridad en Túneles (AIT) | AIT-CEDEX | 16-18 de mayo | Internacional |
| Reunión de la Asamblea General de FEHRL (Foro Europeo de Laboratorios de Investigación de Carreteras) | CEDEX | 11-12 de junio | Internacional |
| Reunión Comité TC/227 WG5 | CEDEX-ATC | 17 de octubre | Nacional |
| Reunión Ordinaria de la Sociedad Española de Mecánica de Rocas | CEDEX | 7 de noviembre | Nacional |
| Reunión Sistema de Gestión Medioambiental. Huella de Carbono | CEDEX | 22 de noviembre | Nacional |
| Reunión Comité AEN/CTN130/ SC 7 | CEDEX | 5 de diciembre | Nacional |

CURSOS DEL CEDEX DE FORMACIÓN CONTINUA

| TIPO | Nº CURSOS | Nº ASISTENTES | HORAS LECTIVAS |
|---|------------------|----------------------|-----------------------|
| Tecnologías de la información y de las comunicaciones | 6 | 63 | 125 |
| Idiomas | 8 | 61 | 211 |
| Puestos específicos y medioambientales | 7 | 65 | 156 |
| Salud laboral | 11 | 141 | 156 |
| TOTAL | 32 | 330 | 648 |



PUBLICACIONES DEL CEDEX

REVISTA INGENIERÍA CIVIL

| TÍTULO DEL ARTÍCULO | AUTOR/AUTORES | NÚMERO DE REVISTA Y PÁGINAS |
|--|---|-----------------------------|
| Estadio Wanda Metropolitano. Caso de estudio cubierta del estadio | Marzo, Á. | Nº 189/2018, pp. 5-13 |
| El reto del almacenamiento de residuos radiactivos de alta actividad. Análisis de la influencia térmica y tensional en un almacenamiento geológico profundo (AGP). Aplicación práctica al AGP de Onkalo en Finlandia | Lozano, J. | Nº 189/2018, pp.15-33 |
| Caracterización del comportamiento ambiental de áridos procedentes del reciclado de los residuos de construcción y demolición para su empleo en construcción de carreteras | Sánchez, A., Parra, L., y Termenón, J. | Nº 189/2018, pp. 35-44 |
| Desafíos en el ámbito de las patologías de las obras lineales | García, J.L., y Moreno, J. | Nº 189/2018, pp. 45-61 |
| Efectos de la adición de Poliestireno Expandido Reciclado (REPS) en las propiedades físicas y mecánicas de un mortero con dosificación cemento-arena 1:3 | Chanchí, J.C., y Canabal, C.S. | Nº 189/2018, pp. 63-75 |
| Columnas a flexo compresión biaxial. Métodos simplificados y ayudas de cálculo | Hernández, J.J., y Sotolongo, C. | Nº 189/2018, pp. 77-87 |
| La ingeniería y la historia portuaria. La formación de un ingeniero en Roma | De la Peña, J.M. | Nº 189/2018, pp. 89-101 |
| Hitos de innovación en Ingeniería Civil. El liderazgo del CEDEX en el despliegue de la Red Europea Ferroviaria Interoperable | Tamarit, J., e Iglesias, J.I. | Nº 189/2018, pp. 103-108 |
| Puente Mersey-Reino Unido | Dochao, J.M. | Nº 190/2018, pp. 5-12 |
| Caracterización del comportamiento ambiental de áridos procedentes del reciclado de las escorias de acería de horno eléctrico para su empleo en construcción de carreteras | Sánchez, A., Parra, L., y Termenón, J. | Nº 190/2018, pp.13-24 |
| El proyecto Smartwater4Europe y su aplicación en la ciudad de Burgos: descubriendo el potencial de las redes inteligentes de distribución de agua | Jiménez, A. Campos, A., Beivide, A., y Malfeito, J.J. | Nº 190/2018, pp. 25-30 |
| Diseño sísmico de estructuras enterradas empleando el método de la desangulación. Propuesta de un procedimiento numérico mediante elementos volumétricos | Moreno, J., y Melentijevic, S. | Nº 190/2018, pp. 33-40 |
| Actividades de validación de ensayos y aseguramiento de la calidad en la medida por centelleo en fase líquida | Pujol, L. | Nº 190/2018, pp. 41-52 |
| Escenarios geológicos de las campañas bélicas de España en el Rif oriental (Marruecos) | Salinas, J.L. | Nº 190/2018, pp. 53-63 |
| Inteligencia artificial: Alphago Zero y el aprendizaje de las máquinas | Romero, A. | Nº 190/2018, pp. 65-69 |

| | | |
|--|--|--------------------------|
| Determinación del contenido mínimo en finos con influencia en el hinchamiento de las gravas arcillosas | Estaire, J., y Santana, M. | Nº 190/2018, pp. 71-79 |
| Principios básicos en suelos no saturados | Sáez, I., y Sáez, J. | Nº 190/2018, pp. 81-86 |
| Caminos de Innovación en Ingeniería Civil. Modelización hidráulica híbrida físico-numérica | López, D. | Nº 190/2018, pp. 87-88 |
| Hitos de innovación en Ingeniería Civil. Efecto pórtico en los edificios | Manterola, J. | Nº 190/2018, pp. 89-91 |
| Acción europea en materia de lucha contra el cambio climático | Villar, Y. | Nº 191/2018, pp. 6-9 |
| Programación FEDER 2014-2020. OT4: Economía baja en carbono | Tovar, F.G., y Heredero, B. | Nº 191/2018, pp. 10-17 |
| Cambio climático y transición energética | González, E. | Nº 191/2018, pp. 18-27 |
| El cambio climático está aquí y no debería sorprendernos | García, R. | Nº 191/2018, pp. 28-31 |
| Nueva evaluación del impacto futuro del cambio climático en los recursos hídricos en España | Barranco, L.M. Dimas, M. Jiménez, A., y Estrada, F. | Nº 191/2018, pp. 34-55 |
| La costa construida, el cambio de clima y el número de Iribarren | Grassa, J.M. | Nº 191/2018, pp. 56-73 |
| Respuesta de la costa a las variaciones del nivel del mar: efecto sobre las playas en España | De la Peña, J.M., y Sánchez, J.F. | Nº 191/2018, pp. 74-85 |
| Cambio climático e infraestructuras de transporte por carretera | Parra, L., y Sánchez, A. | Nº 191/2018, pp. 86-92 |
| Herramienta multimodal de estimación de GEI's en la planificación del transporte (I) | Crespo, L. | Nº 191/2018, pp. 93-104 |
| Infraestructuras verdes y azules: estrategias de adaptación y mitigación ante el cambio climático | Magdaleno, F., Cortés, F.M., y Molina, B. | Nº 191/2018, pp. 105-112 |
| Efectos del cambio climático sobre las interacciones entre las infraestructuras lineales de transporte y la biodiversidad | García, M.R. | Nº 191/2018, pp. 113-123 |
| El transporte ferroviario como la solución de transporte más sostenible: desarrollos actuales para la mejora de la eficiencia energética del ferrocarril | Martínez, J.C., e Iglesias, J.I. | Nº 191/2018, pp. 124-132 |
| La adaptación al cambio climático en el transporte ferroviario en España | Castañares, G. | Nº 191/2018, pp. 133-140 |
| Hyperloop: antecedentes, características e implantación del futuro del transporte | González, L., Rivas, S., Rodríguez, L.F., y Sánchez, J.L. | Nº 192/2018, pp. 4-18 |
| Actividades del CEDEX en el ámbito marítimo en el contexto del cambio climático. Estudios relevantes | Gutiérrez, R.M., Valdés, J.M., Sánchez, J.F., Lloret, A., y Martín, M.J. | Nº 192/2018, pp. 19-39 |
| Aplicación CAMREC. Impacto futuro del cambio climático en los recursos hídricos en España | Barranco, L.M., Ángel, C., Herrero, R., y García, J. | Nº 192/2018, pp. 40-49 |
| Investigación de las causas del colapso de una bóveda y pretil del puente de Castrogonzalo (Zamora) | Marco, L.J., y De Marco, J. | Nº 192/2018, pp. 50-57 |
| Sistemas de monitorización de emisiones acústicas y microsísmico en geotecnia | Pesántez, J.L., y Muñiz, M. | Nº 192/2018, pp. 58-71 |
| Métodos de diseño para columnas de grava bajo el cimiento de grúas portacontenedores | Guzmán, D., y Samper, F. | Nº 192/2018, pp. 72-85 |
| Cálculo de la fuerza límite de arrastre de un torrente a partir del funcionamiento real de diques de corrección | Pérez-Soba, I. | Nº 192/2018, pp. 86-91 |

LIBROS

| TÍTULO | AUTOR/AUTORES | DATOS |
|---|--|---|
| Buenas prácticas para la lintegración del paisaje en los proyectos (M-136) | Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas Autores: García, M.R., Esteras, M.S., Estirado, M., González, M. Gutiérrez, A.M., y Recuero, E. Edición papel y electrónica | Monografía M-136 Edición papel: NIPO: 163-18-001-7 ISBN: 978-84-7790-605-6 Electrónica: NIPO: 163-18-002-2 ISBN: 978-84-7790-606-3 |
| Redefinición de las medidas correctoras de impactos ambientales residuales en infraestructuras lineales de transporte (M-137) | Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas. Autores: García, M.R., Rodríguez, J.J., García, E.L., Ruiz, S., y Prats, M. Edición papel y electrónica | Monografía M-137 Edición papel: NIPO: 163-18-016-6 ISBN: 978-84-7790-607-0 Electrónica: NIPO: 163-18-017-1 ISBN: 978-84-7790-608-7 |
| Análisis ambiental y de costes en el ciclo de vida de firmes y pavimentos (M-138) | Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas. Autores: Perelli, M., y Parra, L. Edición papel y electrónica | Monografía M-138. Edición papel: NIPO: 163-18-018-7 ISBN: 978-84-7790-609-4 Electrónica: NIPO: 163-18-019-2 ISBN: 978-84-7790-610-0 |
| Comportamiento termomecánico de pilotes prefabricados (M-139) | Laboratorio de Geotecnia. Autor: De Groot, M ^o . Edición papel y electrónica | Monografía M-139 Edición papel: NIPO: 163-18-011-9 ISBN: 978-84-7790-614-8 Electrónica: NIPO: 163-18-012-4 ISBN: 978-84-7790-615-5 |
| Evaluación de las propiedades mecánicas y de durabilidad de pavimentos de aceras y bituminosos fotocatalíticos (M-140) | Laboratorio Central de Estructuras y Materiales Autores: Cadavid, B., Orencio, J., Pérez, J., Moral, A., Sánchez, M., y Pazó, G. Edición papel y electrónica | Monografía M-140 Edición papel: NIPO: 163-18-021-0 ISBN: 978-84-7790-616-2 Electrónica: NIPO: 163-18-024-7 ISBN: 978-84-7790-617-9 |
| Las Obras Públicas en las Monedas Romanas | Centro de Estudios de Puertos y Costas Autor: De la Peña, J.M. Edición papel | NIPO: 163-18-022-6 ISBN: 978-84-7790-611-7 |
| Anuario de Aforos Digital 2015-2016 | Coedición: S.G.T. Centro de Publicaciones M ^o para la Transición Ecológica y Ministerio de Fomento (CEDEX) | En línea NIPO: 163-15-009-7 Versión <i>on line</i> a través de la página web de MITECO y del CEDEX |
| XXXVI Curso sobre Tratamiento de Aguas Residuales y Explotación de Estaciones Depuradoras | VV. AA. (CEDEX) Edición papel | Edición papel: NIPO: 163-18-025-2 ISBN: 978-84-7790-613-1 |

PUBLICACIONES VARIAS

| TÍTULO | AUTOR/AUTORES | DATOS |
|---|------------------------------------|--|
| Trípticos del Gabinete | CEDEX | NIPO: 163-18-006-4 Gratuito |
| CEDEX: Actividades Técnicas y Científicas, 2017 | CEDEX | Edición papel NIPO: 163-18-003-8 y electrónica. NIPO: 163-18-004-3 Memoria USB-NIPO: 163-18-005-9 |
| Catálogo de Publicaciones CEDEX | CEDEX Servicio de Publicaciones | Editado en línea.(PDF) NIPO: 163-15-028-5 (GRATUITO) |

CONGRESOS JORNADAS SEMINARIOS

PARTICIPACIÓN EN CONGRESOS, JORNADAS Y SEMINARIOS EXTERNOS

| EVENTO | LUGAR DE CELEBRACIÓN | FECHA | ASISTENTES |
|---|---------------------------|----------------|--|
| Jornada de Difusión del Proyecto LIFE SOUNDLESS | Valladolid (España) | 30 de enero | Parra, L., y Sánchez, A. |
| Jornada técnica Soluciones sostenibles para carreteras con conglomerantes Hidráulicos | Valencia (España) | 15 de febrero | Perelli, M., y Parra, L. |
| 18ª Sesión de las Jornadas Técnicas de la Sociedad española de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica y la Asociación de las Empresas de la Tecnología del Suelo y del Subsuelo | Madrid (España) | 22 de febrero | Pardo, F., Asanza, E., García, J.L., Perucho, A., Estaire, J., Moreno, J., González-Gallego, J., De las Heras, C., Díez, J. A., Huigera, C., García, P. J., y Ruiz, R. |
| VIII Jornada de Ensayos de la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA) | Madrid (España) | 27 de febrero | Jiménez, R., García J., Termenón, J., y Gómez, J. |
| UHINAK - III Congreso Transfronterizo sobre Cambio Climático | Irún, Guipúzcoa (España) | 5-8 de marzo | Grassa, J.M. |
| Oceanology International 2018 | Londres (Reino Unido) | 13-15 de marzo | Gutiérrez, C. |
| 8º Foro Mundial del Agua | Brasilia (Brasil) | 18-23 de marzo | Estrada, F. |
| I UIC Gobar Conference on Signaling. The Evolution of ERTMS | Milán (Italia) | 26-28 de marzo | Iglesias, J., y Herranz, S. |
| Asamblea General de 2018 de la European Geosciences Union | Viena (Austria) | 9-10 de abril | Fernández, A.I. |
| Transnational Meeting on Maritime Spatial Planning | París (Francia) | 10-11 de abril | Lloret, A. |
| Transport Research Arena | Viena (Austria) | 16-19 de abril | Molina, D. |
| XVIII Congreso Español de Sistemas inteligentes de Transporte | Madrid (España) | 17-19 de abril | Iglesias, J., Herranz, S., Cadavid, B., Leal, J., y Gómez, J. |
| IV Jornadas Internacionales sobre Sistemas soporte a la decisión para planificación y gestión de cuencas hidrográficas. Aplicación a sequías y cambio climático | Valencia (España) | 19 de abril | Barranco, M., y Estrada, F. |
| World Association for Waterbone Transport Infrastructure. PIANC | Ciudad de Panamá (Panamá) | 5-12 de mayo | Gutiérrez, R. |

| | | | |
|--|--|-----------------------|--|
| ICP-Waters (International Cooperative Programme). Programa del Convenio de Ginebra sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia (LRTAP) | Varsovia (Polonia) | 7-9 de mayo | Centro de Estudios Hidrográficos como National Focal Point |
| VII International Symposium on Hydraulic Structures | Aquisgrán (Alemania) | 15-18 de mayo | López, D. |
| Conferencia Transforming Cities, Enhancing Well-being: Innovating with Nature-based Solutions | La Coruña (España) | 16-18 de mayo | Magdaleno, F. |
| Seminario Adaptación al Cambio Climático en la Gestión del Agua en el Contexto Ibérico | Évora (Portugal) | 21-22 de mayo | Barranco, L. |
| EUROROCK 2018 | San Petersburgo (Rusia) | 21-26 de mayo | Muñiz, M. |
| COASTLAB 2018 | Santander (España) | 22-26 de mayo | Martín, M.J., Sánchez, J. F., y Grassa, J.M. |
| XV Jornadas de Conservación y Explotación de Carreteras | Valencia (España) | 23 de mayo | Perelli, M., Parra, L., y Gómez, J. |
| EURONOISE 2018 | Hersonissos, Creta (Grecia) | 26-31 de mayo | Segués, F. |
| 6ª Jornadas Luso-Españolas de Geotecnia y 16º Congreso Nacional Portugués de Geotecnia | Punta Delgada, Azores (Portugal) | 27-31 de mayo | Pardo, F., García, J.L., Santana, M., González-Gallego, J., Moreno, J., Tejera, A., y Díez, J.A. |
| Reunión de Directores de la Plataforma ELGIP de Grandes Instituciones Geotécnicas Europeas. Seminario sobre Desarrollos y Validación de Modelos Numéricos de Ingeniería Geotécnica | Praga (República Checa) | 28-29 de mayo | Asanza, E. |
| XIII Jornada nacional ASEFMA | Madrid (España) | 29-30 de mayo | Jiménez, R., García J., Termenón, J., Gómez, J., y Perelli, M. |
| II International Symposium on Hydraulic Modelling and Measuring Technology | Nanjing (China) | 30 de mayo-1 de junio | Balairón, L. |
| III International Conference on Protection against Overtopping | Grange-over-Sands, Lake District National Park (Reino Unido) | 5-8 de junio | Valdés, J.M. |
| Seminario de la Red de Laboratorio de Hidráulica de España | Ciudad Real (España) | 6-7 de junio | Balairón, L., Gómez, D., y Rebollo, J.J. |
| Jornada de Construcción Sostenible | Zaragoza (España) | 7 de junio | Alaejos, P. |
| Symposium MS65 Computational Modelling of Beams on Foundation with Application to Rail Tracks | Glasgow (Reino Unido) | 11-15 de junio | Estaire, J. |
| XII Jornadas Internacionales de Ingeniería para Alta Velocidad | Córdoba (España) | 13-15 de junio | Iglesias, J., y Herranz, S. |
| European Wolfram Technology Conference | Óxford (Reino Unido) | 14-15 de junio | Grassa, J.M. |
| I Conferencia de Dinámica Estructural | Madrid (España) | 19-21 de junio | Andrés, F.R., y López, E. |
| X Jornadas sobre la Calidad en el Control de la Radiactividad Ambiental | Bilbao (España) | 19-22 de junio | Pujol, L. |

| | | | |
|---|--|---------------------|--|
| Numerical Methods in Geotechnical Engineering (NUMGE) | Oporto (Portugal) | 25-27 de junio | Mira, P., y Crespo, I. |
| XIX Congreso de la Asociación Ibérica de Limnología | Coimbra (Portugal) | 25-29 de junio | Toro, M., y Roblas, N. Participación CEH |
| IV Jornadas sobre Hidrología forestal de la SECF | Palencia (España) | 26-28 de junio | Magdaleno, F., y Cortés, F. |
| XI Jornadas españolas de Presas | León (España) | 26-29 de junio | Balairón, L., Elviro, V., López, D., Aramburu, E., y Cordero, M.D. |
| EXPODRÓNICA | Madrid (España) | 4-5 de julio | Carpintero, I., Hidalgo, J.M., y Yanguas, S. |
| Simposio anual de la Asociación Internacional de Estructuras Laminadas y Espaciales | Boston (Estados Unidos) | 16-20 de julio | Gálligo, J.M., y Mateos, B. |
| XI Conferencia Internacional de Geosintéticos | Seúl (Corea del Sur) | 14-23 de septiembre | Leiro, A. |
| XXVIII Congreso Latinoamericano de Hidráulica | Buenos Aires (Argentina) | 15-22 de septiembre | Serret, R.M., y Rebollo, J. Participación CEH |
| INNOTRANS TRAIN 2018 | Berlín (Alemania) | 18-21 de septiembre | Iglesias, J., y Molina, D. |
| Jornada Técnica sobre Recuperación de Ríos en Áreas Urbanas | Barcelona (España) | 26 de septiembre | Magdaleno, F. |
| COPERNICUS para Ciudades Verdes e Inteligentes | Sevilla (España) | 4 de octubre | Crespo, L. |
| III Jornadas Acueducto de Segovia | Segovia (España) | 5 de octubre | López, E. |
| Alert Geomaterials Workshop and Doctoral School | Aussois (Francia) | 1-6 de octubre | Mira, P. |
| Jornada Técnica para la Prevención y Control de Olores en el Sistema de Saneamiento | Llinars del Vallés, Barcelona (España) | 16-17 de octubre | Sobrados, L. |
| Simposio Nacional de Firmes | Madrid (España) | 16-18 de octubre | Parra, L., Perelli, M., y Sánchez, A. |
| VII Congreso de la Asociación Técnica de Puertos y Costas y IV Mediterranean Days Working With Nature | Sevilla (España) | 17-19 de octubre | Gutiérrez, R.M., Lloret, A., y Valdés, J.M. |
| Jornadas Técnicas SEMSIG-AETESS sobre Control e Instrumentación en Obras Geotécnicas | Mieres, Asturias (España) | 18 de octubre | Pardo, F., y García, J.L. |
| XII Congreso Internacional de la Asociación Española de Desalación y Reutilización (AEDyR) | Toledo (España) | 23-25 de octubre | Leal, M. |
| V Congreso Nacional de Áridos | Santiago de Compostela, La Coruña (España) | 24-26 de octubre | Alaejos, P. |
| Jornada AETB Técnicas con Emulsión Bituminosa Claves en la Economía Circular | Madrid (España) | 22 de noviembre | Parra, L., y Perelli, M. |
| Seminario Internacional El agua y los Ecosistemas Fluviales en la Ciudad | Zaragoza (España) | 23-25 de noviembre | Cortés, F., y Molina, B. |
| XIV Edición del Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) | Madrid (España) | 26-29 de noviembre | Sánchez, A., Crespo, L., y Sánchez, M. Colaboración CEH |



COMITÉS Y ASOCIACIONES CON REPRESENTACIÓN DEL CEDEX

| NOMBRE DEL COMITÉ O ASOCIACIÓN | NOMBRE DEL SUBCOMITÉ O GRUPO DE TRABAJO |
|--|---|
| Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) | Grupo de trabajo de la Reporting Mechanism Environmental Noise Directive |
| ARCER | GT 1.- Características de tracción y fatiga Representante Comisión 2.- Materiales |
| Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE) | GT.- Nuevos retos en los áridos para hormigón GT.- Caracterización del hormigón in situ Comisión 5.- Estructuras y elementos estructurales GT.- 5.9.- Ejemplos Eurocódigos Comisión 4ª Drenaje Urbano Comisión 5ª Depuración de aguas residuales |
| Asociación Española de Abastecimiento y Saneamiento (AEAS) | GT.- Reutilización GT.- Operaciones, tecnología y energía GT.- Gestión y tratamiento de lodos de depuradoras |
| Asociación Española de Desalación y Reutilización (AEDYR) | Representante |
| Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental | Comités ALEAS (Agrupación de Laboratorios de Entidades asociadas a ASEFMA) |
| Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA) | Adherencia entre capas de mezcla bituminosa Control térmico y toma de muestras de mezclas bituminosas y de sus componentes Marcado CE de mezclas bituminosas Compactación giratoria |
| Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR): Comités de Certificación | CTC 15.- Cementos CTC 17.- Productos de acero para hormigón CTC 36.- Tubos y perfiles huecos de acero CTC 46.- Perfiles de acero laminados en caliente CTC 52.- Equipamiento para carreteras |

| | |
|---|--|
| | CTN 36.- Siderurgia |
| | CTN 41.- Construcción |
| Asociación Española de Normalización y Certificación (UNE): Comités de Normalización | Subcomité SC 2.- Materiales para carreteras |
| | GT 1.- Mezclas bituminosas |
| | GT 5.- Características superficiales |
| | CTN 53.- Plásticos y cauchos |
| | Subcomité SC2- Tuberías (GT UNE 53331) |
| | CTN 76.-Estructuras Metálicas Permanentes |
| | CTN 77.- Medio Ambiente |
| | Subcomité SC1 Aguas |
| | CTN 80.- Cementos y cales |
| | Subcomité SC 1.- Ensayos mecánicos |
| | Subcomité SC 2.- Análisis químicos |
| | Subcomité SC 3.- Definiciones, terminología, especificaciones |
| | CTN 83.- Hormigón |
| | Subcomité SC 10.- Durabilidad |
| | CTN 103.- Geotecnia |
| | CTN 104.- Materiales impermeabilizantes para la construcción |
| | Subcomité SC 1.- Materiales bituminosos |
| | Subcomité SC 2.- Materiales poliméricos |
| | CTN 112.- Corrosión y protección de materiales metálicos |
| | Subcomité SC 2.- Protección de materiales metálicos |
| Asociación Española de Normalización y Certificación (UNE): Comités de Normalización | CTN 135.- Equipamiento de carretera para la señalización vial |
| | Subcomité SC 1.- Barreras de seguridad |
| | Subcomité SC 2.- Señalización horizontal |
| | Subcomité SC 3.- Señalización vertical |
| | Subcomité SC 6.- Dispositivos reductores de ruido |
| | Subcomité SC 7.- Pantallas antideslumbrantes |
| | CTN 140.- Eurocódigos |
| | Subcomité SC 1.- Acciones y Bases |
| | Subcomité SC 7.- Eucodódigo 7 proyecto geotécnico |
| | CTN 146.- Áridos |
| | GT 13.- Sustancias peligrosas empleadas en la construcción |
| | Subcomité SC 6.- Ensayos de áridos |
| | CTN 149.- Ingeniería del Agua |
| | Subcomité SC 3.- Redes de saneamiento y vertido |
| | CTN 159.- Sistemas inteligentes de transporte |
| | CTN 193.- Evaluación de la emisión de sustancias peligrosas de productos de construcción |

| | |
|---|---|
| Asociación Española de Normalización y Certificación (UNE): Comités de Normalización | CTN 198.- Sostenibilidad en la construcción |
| | CTN 199.- Equipamiento para la gestión del tráfico |
| | CTN 216 GT2.- Cambio climático |
| Asociación Española de Túneles y Obras Subterráneas (AETOS) | Junta Directiva |
| Asociación Ibérica de Limnología (AIL) | Representantes |
| Asociación Ibérica de Limnología (AIL) | |
| Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR/PIARC) | Comité de terminología (CTERM) |
| | Secretaría de habla española |
| | CT A.3.- Road System Economics & Social Development |
| | CT C.1.- Políticas y programas nacionales de seguridad vial |
| | CT D.3.- Puentes de carreteras |
| | CT D.4.- Rural roads and earthworks |
| Asociación Técnica de Carreteras (ATC). Comité Nacional Español de la AIPCR | CT 4.- Planificación, Diseño y Tráfico |
| | CT 11.- Puentes |
| | CT 7/8.- Firms de carreteras |
| | GT1.- Análisis del ciclo de la vida de los firmes |
| | CT 12.- Geotecnia vial |
| | CT 13.- Seguridad vial |
| Clúster Marítimo Nacional | CT 14.- Carreteras y Medio Ambiente |
| | Representante |
| Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura (CCETTS) | Representante |
| Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimo (CIAIM) | Representante |
| Comisión de seguimiento ambiental de la actuación de emergencia "obras de emergencia necesarias para el acondicionamiento, puesta en marcha y explotación de la batería estratégica de sondeos. Zona de Hellín. T.M. Hellín (Albacete)" | Asesores técnicos |
| Comisión Europea: Noise Regulatory Committee | Representante |
| Noise Expert Committee | Representante |
| Comisión Interministerial para Productos de la Construcción (CIPC) | Comité Permanente |
| | Subcomité.- Organismos notificados |
| Comisión Permanente de Estructuras de Acero (CPEA) | Representante |
| Comisión Permanente de Normas Sismorresistentes (CPNS) | Representante |
| Comisión Permanente del Cemento (CPC) | Representante |
| Comisión Permanente del Hormigón (CPH) | Comisión |
| | GT.- Materiales |

| | |
|---|--|
| Comisión Técnica de Maremotos | Representante |
| | TC 51.- Cementos y cales de construcción |
| | TC 189.- Geosintéticos |
| | TC 227.- Materiales para carreteras |
| | WG1.- Mezclas bituminosas |
| Comité Europeo de Normalización (CEN) | TG2.- Ensayos de mezclas bituminosas |
| | WG5.- Surface Characteristics |
| | TC 250.- Eurocódigos |
| | Subcomité SC 7-Geotecnia |
| | TC 341-Geotechnical investigation and testing |
| | WG 6-Laboratory soil testing |
| Comité Nacional Español de Grandes Presas (CNEGP-SPANCOLD) | Comité Técnico de Sedimentación de embalses |
| | Comité de Cálculo |
| Comité permanente de las Jornadas de Ingeniería del Agua | |
| Comité Técnico de Gestión Ambiental (COTEMA) | Representante |
| 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 |
| Conferencia de Directores Iberoamericanos del Agua (CODIA) | Representante invitado por la Dirección General de Agua |
| Consejo Asesor del Fondo de Cooperación para el Agua y el Saneamiento | Miembro |
| Consejo Directivo de la Infraestructura de Información Geográfica en España | Grupo Técnico de Trabajo de Hidrografía (GTT_HY) |
| Consejo Nacional del Agua | |
| Convenio Oslo-París para la Protección del Atlántico Nordeste | Comité de Eutrofización (EUC) |
| Directiva Marco de Estrategias Marinas | WG DIKE. SUBGRUPO TG DATA |
| ERTMS Users Group | Testing Steering Committee |
| European Large Geotechnical Institutes Platform (ELGIP) | Miembro español de la Plataforma de Grandes Instituciones Geotécnicas Europeas |
| European Network of Freshwater Research Organisations (EurAqua) | Miembro |
| European Water Research Institutes (EWRI) | Directors Meeting Representante |
| Federación Española de Asociaciones de Archiveros, Bibliotecarios, Arqueólogos, Museólogos y Documentalistas (ANABAD) | Socio institucional CEDEX |
| Forum of European Highways Research Laboratories (FEHRL) | Research Coordinator |
| Fundación de los Ferrocarriles Españoles | Comité de Interoperabilidad |
| Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas | Patronato |

| | |
|--|---|
| Grupo de Trabajo de Cartografía Marina | Representante |
| Grupos de trabajo del Pacto Nacional por el Agua | Eje 1: Atención a los déficits hídricos |
| | Eje 2: Gestión de las Aguas Pluviales Urbanas |
| Grupo de Trabajo Ordenación del Espacio Marítimo | Representante |
| Grupo de trabajo sobre el paisaje (Subdirección General de Evaluación Ambiental) | Coordinador |
| Grupo de Trabajo Técnico Línea de Costa | Representante |
| International Association for Bridges and Structural Engineering (IABSE) | Representante |
| | Secretaría |
| International Association for Shell and Spatial Structures (IASS) | Vicepresidencia |
| | Secretaría |
| International Association of Hydraulic Engineering and Research (IAHR) | Hydraulic Structures Committee |
| | Capítulo Español |
| | Young Professionals Network - Madrid |
| | Young Professionals Network - Madrid |
| International Association for Impact Assessment | |
| International Association for Hydro-Environmenta Engineering and Research | Representante |
| International Geosynthetics Society (IGS) | Capítulo Español |
| International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering | Participación a través de la SEMSIG |
| | TC 103 Numerical Methods |
| International Standard Organization (ISO) | ISO TC43 SC1 WG33 "Measuring method for comparing noise on different road surfaces" |
| International Society of Limnology (SIL) | |
| International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systes and Structures (RILEM) | Comité de Gestión |
| Plan de Innovación para el Transporte y las Infraestructuras del Ministerio de Fomento | Iniciativa E3L5-1 Vigilancia Tecnológica (VT) e Inteligencia Competitiva (IC) |
| | Iniciativa E3L5-3 Laboratorio de drones |
| | Iniciativa E4L2-5 Aplicación de las tecnologías fotocatalíticas en infraestructuras de transporte |
| Plan Estratégico de drones del Ministerio de Fomento | Iniciativa E4L1-1 Grupo interministerial |
| Plataforma PROTECMA | Representante |
| Plataforma Tecnológica Española de la Construcción (PTEC) | Comité Permanente |
| Programa Copernicus | Foro de Usuarios de Copernicus España |
| Programa Hidrológico Internacional (UNESCO) | Comité Nacional Español |
| Red de Institutos Nacionales Iberoamericanos de Ingeniería e Investigación Hidráulica (RINIIH) | Miembro |
| Red de Laboratorios de Hidráulica de España | Representante |

| | |
|--|--|
| Red de Laboratorios e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid | Representante |
| Red Ibérica de Cianotoxinas | Representante |
| Servicio de Teledocumentación Baratz | Grupo de usuarios de BRS |
| Sociedad Española de Cromatografía y Técnicas Afines (SECYTA) | Representante |
| Sociedad Española de Documentación e Información Científica (SEDIC) | Miembro |
| Sociedad Española de Mecánica de Rocas (SEMR) | Sede de la Sociedad |
| Sociedad Española de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica (SEMSIG) | Sede de la Sociedad |
| Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) | Grupo de Trabajo de Medidas de Radiactividad Ambiental |
| Sociedad Geológica de España (SGE) | Representante |
| Sociedad Nuclear Española (SNE) | Representante |
| Water Framework Directive (WFD). Common Implementation Strategy (CIS). WGA Ecological Status ECOSTAT | COMITE ECOSTAT |
| World Association for Waterborne Transport Infrastructures | Representante |

COMITÉS DE PUBLICACIONES

| NOMBRE DE LA PUBLICACIÓN | ISSN |
|---|--|
| Boletín de la SEMR | |
| Boletín de la SEMSIG | |
| Carreteras | ISSN: 0212-6389 |
| Geotecnia | |
| Hormigón y Acero (ACHE) | ISSN: 0439-5689 Consejo Editorial |
| Hydrolink | Advisory Board |
| Ingeniería Civil | ISSN: 0213-8486 |
| Ingeniería del Agua | ISSN: 1134-2196; Comité Permanente; Editores Asociados |
| International Journal of River Basin Management | ISSN (impresa): 1571-5124. ISSN (electrónica): 1814-2060 |
| Journal of the International Association for Shell and Spatial Structures | ISSN: 1028-365X Editor Asociado |
| Revista Iberoamericana del Agua RIBAGUA | Editor Asociado Técnico |
| Rutas | ISSN: 1130-7102 |



VISITAS RECIBIDAS EN EL CEDEX

| ENTIDAD / VISITANTE | CENTRO | MOTIVO | FECHA | ASISTENTES |
|--|--------|---|--------------|---|
| Arquitectos Herzog & de Meuron Basel, Switzerland | CEH | Arquitectura de Fisac en el CEDEX | 4 de enero | Grupo de arquitectos |
| Estudiantes de arquitectura de Venecia | CEH | Arquitectura de Fisac en el CEDEX | 9 de enero | Grupo de arquitectos |
| Arquitectos de Perú | CEH | Arquitectura de Fisac en el CEDEX | 11 de enero | Grupo de arquitectos |
| Pablo García Albacete | CEH | Realización de reportaje fotográfico del edificio | 22 de enero | Fotógrafo |
| La Real Escuela de Arte y Arquitectura de Londres (Royal College of Art) | CEH | Arquitectura de Fisac en el CEDEX | 23 de enero | Estudiantes y profesores de arquitectura |
| Escala Técnicos Facultativos Superiores OO AA, Ministerio Transición Ecológica. Especialidad de Calidad de Aguas | CEH | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEH | 26 de enero | Grupo de funcionarios en prácticas. Curso selectivo |
| ITS España | CET | Plantear posibles actividades en colaboración | 29 de enero | Representantes |
| DBI (Deutsche Bahn International). Contratada por el cliente saudí (RSA) como evaluador externo del proyecto | LIF | Conocer los ensayos del ERTMS de la LAV de Haramain | 2 de febrero | Delegación |
| Delegación de El Salvador - AECID | CEH | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEH | 2 de febrero | Delegación |
| Escuela Politécnica Federal de Zúrich | CEH | Arquitectura de Fisac en el CEDEX | 8 de febrero | Estudiantes y profesores de arquitectura |
| Ferrocarriles de Pakistán | LIF | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LIF y el CFC | 9 de febrero | Delegación pakistaní |

CFC: Cajón Ferroviario del CEDEX.

| | | | | |
|---|-------------|---|--------------------|--|
| Puertos del Estado | CET | Plantear posibles actividades en colaboración | 12 de febrero | Representantes |
| Instituto IES Vicente Aleixandre de Madrid | LCEYM LG | Plan de divulgación de las actividades del CEDEX | 14 de febrero | Alumnos |
| SQS, empresa especializada en automatización de laboratorio de ensayo | LIF | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LIF | 15 de febrero | Representación encabezada por su Directora General |
| Gonzalo Terreros. Proyecto artístico "iconos de la arquitectura en Madrid" | CEH | Reportaje fotográfico sobre el edificio | 19 y 22 de febrero | Fotógrafo |
| Comunidad de Madrid | LIF | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LIF y el CFC | 22 de febrero | Delegación |
| Dirección General de Carreteras e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid | LCEYM | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LCEYM | 22 de febrero | Delegación |
| Universidad Alfonso X el Sabio | CEH | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEH | 23 de febrero | Alumnos y profesores de Ingeniería Civil |
| Programa Arquitecturas Guiadas del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid | CEH | Arquitectura de Fisac en el CEDEX | 26 de febrero | Representante del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid |
| Curso selectivo de la Escala de Técnicos de Grado Medio de Medio Ambiente (especialidad de Planificación y Gestión del Dominio Público) | CEH | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEH | 02 de marzo | Grupo de funcionarios en prácticas. Curso selectivo |
| Asociación ICAITren de ingenieros de ICAI especializada en temas ferroviarios | LIF | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LIF | 8 de marzo | Delegación |
| Graduate School of Architecture Planning and Preservation, Universidad de Columbia en Estados Unidos | CEH | Arquitectura de Fisac en el CEDEX | 8 de marzo | Estudiantes y profesores de arquitectura |
| Confederación Hidrográfica del Tajo | CEH | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEH | 9 de marzo | Técnicos de la Confederación Hidrográfica del Tajo |
| Instituto IES Aljanadic de Posadas (Córdoba) | LCEYM LG | Plan de divulgación de las actividades del CEDEX | 13 de marzo | Alumnos |
| Programa Arquitecturas Guiadas del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid | CEH | Arquitectura de Fisac en el CEDEX | 14 de marzo | Representante del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid |

| | | | | |
|---|-------------|--|-------------|---|
| Programa Arquitecturas Guiadas del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid | CEH | Arquitectura de Fisac en el CEDEX | 16 de marzo | Representante del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid |
| Compañía pública encargada de la construcción de la red de alta velocidad británica HS2 Lmtd | LIF | Conocer las pruebas que se realizan para ejecutar unas similares en la red británica | 21 de marzo | Chief Executive Officer |
| Alumnos 4ºESO+Empresa | LG | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LG | 21 de marzo | Alumnos |
| Fundación de los Ferrocarriles Españoles | CET | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CET | 23 de marzo | Alumnos del Máster |
| Architectural Association de Londres | CEH | Arquitectura de Fisac en el CEDEX | 4 de abril | Estudiantes y profesores de arquitectura |
| Universidad Politécnica de San Petersburgo y de la Fundación Alexander Pushkin | LIF | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LIF y el Cajón Ferroviario | 10 de abril | Delegación rusa acompañante al ministro de Transportes ruso en su visita a España |
| Oficina de Gestión de Proyectos y Agencia de Recuperación de Tierras e Irrigación, del Ministerio de Recursos de Agua y Energía de Tayikistán | CEH | Implementación del proyecto para las comunidades del río Pyanj, financiado por el Banco Asiático de Desarrollo | 11 de abril | Delegación de funcionarios |
| Australian Department of Infrastructure | LIF | Interesados en utilización de satélites (GNSS) en el ferrocarril | 13 de abril | Delegación australiana |
| Grupo de trabajo | CET | Ponencia técnica "Empleo de polvo de caucho en mezclas bituminosas" | 13 de abril | Representantes del grupo |
| IV International Seminar: Earthwork in Europe | LCEYM LG | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX | 19 de abril | Asistentes al Seminario |
| Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología. Universidad Rey Juan Carlos | CEH | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEH | 19 de abril | Alumnos y profesores de 3º de Ciencias Experimentales |
| Federación Colombiana de Municipios | CET | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CET | 24 de abril | Representantes |

| | | | | |
|---|-----|--|-------------|---|
| Colegio Claret de Don Benito | CEH | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEH | 25 de abril | Alumnos y profesores de 1º de bachillerato, de Tecnología |
| Departamento de Irrigación, Autoridad del Agua Provincia Mendoza (Argentina) | CEH | Intercambio experiencias de recursos hídricos | 8 de mayo | Delegación |
| Instituto de Arquitectura de la Universidad de Berlín | CEH | Arquitectura de Fisac en el CEDEX | 10 de mayo | Estudiantes y profesores |
| ETS de Ingeniería Civil - UPM | CEH | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEH | 10 de mayo | Alumnos y profesores |
| Italcertifer, entidad certificadora italiana encargada del ISA (Independent Safety Assessment) de la LAV de Haramain | LIF | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LIF | 16 de mayo | Delegación |
| ETS de Ingeniería Civil de Ávila (Universidad de Salamanca) | CEH | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEH | 18 de mayo | Alumnos de último curso y profesores |
| Universidad de Hamburgo Escuela de Arquitectura y Diseño | CEH | Arquitectura de Fisac en el CEDEX | 24 de mayo | Estudiantes y profesores |
| Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (UPM) | CEH | Arquitectura de Fisac en el CEDEX | 31 de mayo | Estudiantes de 5º curso |
| Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Gestión del Agua y de la Institución pública del Agua de la República Srpska (Bosnia y Herzegovina) | CEH | Conocer el sistema de protección de inundaciones para construir y reparar estaciones de bombeo y diques en el río Sava (Financiado por el BEI) | 4 de junio | Delegación |
| FEHRL (Foro Europeo de Laboratorios Nacionales de Investigación de Carreteras) | CET | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CET | 11 de junio | Secretario General del FEHRL y representantes del Organismo |
| Ministerio de Integración Nacional de Brasil y del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) | CEH | En el marco del Memorandum de Entendimiento entre el IICA y el MAGRAMA sobre Recursos Hídricos | 15 de junio | Delegación |
| Laboratoire ERTMS de France (LEF) | LIF | Crear Asociación Europea de Laboratorios ERTMS y conocer ensayos | 19 de junio | Director y representantes |
| State University of New York | CEH | Arquitectura de Fisac en el CEDEX | 21 de junio | Estudiantes y profesores de arquitectura |

| | | | | |
|--|-------|--|------------------|--|
| Máster en Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica del CEDEX | LCEYM | Plan de divulgación de las actividades del CEDEX | 3 de julio | Alumnos |
| Máster de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica | CEH | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEH | 4 de julio | Alumnos |
| VI Programa Líderes Indios y miembros de la Fundación Consejo España-India. Fundación privada, coordinada por el Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación | CEH | Consolidar las relaciones bilaterales. Esta edición está centrada en la "Gestión de Agua" | 11 de julio | Delegación |
| Consejo Editorial de la revista Cemento-Hormigón | LCEYM | Reunión del Consejo Editorial y visita a las instalaciones del LCEYM | 11 de julio | Delegación presidida por el Director General de Oficemen |
| Universidad Santo Tomás en Bogotá (Colombia) | CEH | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEH | 17 de julio | Estudiantes de la División de Ingenierías |
| British Broadcasting Corporation (BBC) | CEH | Realización de reportaje sobre arquitectura española | 25 de julio | Equipo de grabación |
| Administrador Ferroviario Belga (INFRABEL) | LIF | Para futura colaboración en ensayos ERTMS | 30 de agosto | Director y delegación |
| Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia. Proyecto de cooperación financiado por el Banco de Desarrollo de América Latina | CEH | Aprender de la experiencia de CEH para estudio de su normativa y de la seguridad de presas en Bolivia | 16 de septiembre | Delegación de funcionarios |
| Facultad de Arquitectura de la Universidad de Pamplona | CEH | Arquitectura de Fisac en el CEDEX | 21 de septiembre | Arquitectos alumnos del Master de la Universidad de Pamplona |
| Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia. Proyecto de cooperación financiado por el Banco de Desarrollo de América Latina | LG | Aprender de la experiencia de LG para estudio de su normativa y de la seguridad de presas en Bolivia | 26 de septiembre | Delegación de funcionarios |
| World Forum of Catastrophe Programmes | CEH | Conocer avances tecnológicos para estudio de zonas de inundación por modelización numérica y física. Prevención de avenidas e inundaciones | 28 de septiembre | Delegación internacional |

| | | | | |
|--|-------|---|---------------|---|
| Universidad de Stanford. Programa de Estudios en el Extranjero (Bing Overseas Studies Program) | CEH | El Laboratorio de Hidráulica mostró la tecnología y estudios sobre recursos hídricos y avances en hidráulica de presas e ingeniería fluvial | 1 de octubre | Estudiantes de Earth & Water Resources, Sustainability in Spain |
| Misión Institucional-Empresarial de la Provincia de Córdoba (República de Argentina) | LCEYM | Visita técnica público-privada, con gran interés en el reciclado de materiales y Cajón Ferroviario | 4 de octubre | Delegación institucional |
| Participación en el festival Open House - Madrid 2018 | CEH | Arquitectura de Fisac en el CEDEX | 5 de octubre | Grupo interesado en la arquitectura del edificio |
| Universidad Politécnica de Cartagena | CEH | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEH | 5 de octubre | Estudiantes del Máster en ICCP |
| "Institute of Design and Construction" de la Universidad de Stuttgart | CEH | Arquitectura de Fisac en el CEDEX | 9 de octubre | Estudiantes y profesores de arquitectura |
| Ministerio de Fomento: Abogacía del Estado y del Gabinete de Prensa | LIF | Plan de divulgación interna de actividades CEDEX | 9 de octubre | Representantes |
| Ministerio de Fomento: Servicio Jurídico e Inspección | LCEYM | Plan de divulgación interna de actividades CEDEX | 10 de octubre | Representantes |
| Ministerio de Fomento: Servicio Jurídico de Inspección y de Comunicaciones | CET | Plan de divulgación interna de actividades CEDEX | 10 de octubre | Representantes |
| Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Geológicas | LG | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LG | 17 de octubre | Alumnos y profesor del Master en Ingeniería Geológica |
| Laboratorio Alemán DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt). Centro Aeroespacial Alemán | LIF | Establecer marco de colaboración entre la División de Transportes y Energía (con Laboratorio ERTMS) y el LIF | 18 de octubre | Directores de División y Laboratorio |
| Ministerio de Fomento: Subsecretario, Director General de Organización e Inspección y Secretaria General Técnica | LCEYM | Plan de divulgación interna de actividades CEDEX | 19 de octubre | Personalidades |
| VI edición del festival "Madrid Otra Mirada" organizado por el Ayuntamiento de Madrid | CEH | Arquitectura de Fisac en el CEDEX | 19 de octubre | Grupo interesado en la arquitectura del edificio |

| | | | | |
|--|-----------|---|-----------------|----------------------------|
| University of Texas at Austin | LG | Jornada "Aplicaciones de métodos sísmicos en ingeniería geotécnica" | 23 de octubre | Representante |
| Plataforma estratégica de colaboración en el sector hídrico entre el Banco de Desarrollo de América Latina y el Reino de España (Ministerios: MITECO, MINECO y Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación (MAEUEC) "IV Diálogos del Agua América Latina-España" | CEH | El objetivo es reforzar la innovación como herramienta esencial para la gestión eficiente del agua, y debatir sobre los avances desarrollados en la materia | 24 de octubre | Delegación |
| INECO | CET | Creación de un grupo de trabajo para detección de camicaces en carreteras | 25 de octubre | Representantes |
| Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) | LCEYM-CFC | Análisis de vías de cooperación internacional entre CEDEX y AECID | 29 de octubre | Representantes |
| Agencia Reguladora Transporte Ferroviario México | LIF | Establecer marco de colaboración para formación de ingenieros ferroviarios mejicanos en España | 7 de noviembre | Subdirector de la Agencia |
| Ministerio de Fomento: Secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda | LIF-CFC | Plan de divulgación interna de las actividades del CEDEX | 14 de noviembre | Personalidades |
| Curso de Explotación y Conservación de Carreteras | LCEYM | Plan de divulgación de las actividades del CEDEX | 14 de noviembre | Alumnos y profesores |
| Academia Militar de Ingenieros de Hoyo Manzanares | CEH | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEH | 14 de noviembre | Alumnos y profesores |
| Máster en Ingeniería y Gestión del Agua. Escuela de Organización Industrial | CEH | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEH | 16 de noviembre | Alumnos y profesores |
| Master de Ingeniería Civil (UPM) | LG | Plan de divulgación de las actividades del CEDEX | 16 de noviembre | Alumnos |
| Universidad de Newcastle (Reino Unido) School of Architecture, Planning and Landscape | CEH | Arquitectura de Fisac en el CEDEX | 27 de noviembre | Alumnos y profesores de 3º |
| RTVE, La 2. Programa "La Escala Humana" | CEH | Grabación para el capítulo dedicado a la luz en la arquitectura | 29 de noviembre | Equipo de grabación |
| Ingeniería Geológica de la Universidad Complutense | CEH | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEH | 3 de diciembre | Alumnos de Hidráulica |

| | | | | |
|--|-----|--|-----------------|---|
| Organismo Notificado Italiano DNVGL_BATransportation y de la empresa de señalización ferroviaria ECM | LIF | Conocer los ensayos que se realizan y el proceso español de puesta en servicio del ERTMS | 5 de diciembre | Representantes |
| Escuela de Cinematografía y Audiovisual de la Comunidad de Madrid (ECAM) | CEH | Arquitectura de Fisac en el CEDEX | 17 de diciembre | Alumnos de Máster de Diseño de Vestuario y de la Diplomatura de Dirección Artística |
| Universidad de California, Davis-USA. Revista RIBAGUA | CEH | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEH | 17 de diciembre | Editor de RIBAGUA |
| Confederación Hidrográfica del Tajo | CEH | Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEH | 20 de diciembre | Técnicos y funcionarios en prácticas del Cuerpo de IOPE |
| José Manuel Ballester | CEH | Proyecto sobre "movimiento moderno en la arquitectura, figura destaca de Miguel Fisac" | 21 de diciembre | Fotógrafo |

INFORMATION FACTS PROGRAM KNOWLEDGE TRAINING INTELLIGENT UNIVERSITY TEACH EXPERIMENT
 TRANSLATION UNIVERSITY KNOWLEDGE THEORY WISDOM PLAN LEVEL TRANSLATION COLLEGE INTELLIGENT
 PROGRAMA TEORIA EXPERIENCIA UNIVERSIDAD PLAN EXPERIMENT KNOWLEDGE TEST
 PROGRAMA ION
 CH INTELLIGENT LECTURE SCIENCE
 THEORY KNOWLEDGE
 ON TRAINING
 LEVEL UNIVERSITY

INFORMES TÉCNICOS

EXPERTO UNIVERSIDAD CONOCIMIENTO

INFORMES TÉCNICOS EMITIDOS POR EL CEDEX

GRUPO CLIENTE

CLIENTE

TÍTULO ACTUACIÓN

| | | |
|-----------------------|---|--|
| | ADIF-Alta Velocidad | <i>Estudio de las anomalías detectadas en el tablero del viaducto sobre el río Arlanzón en las obras de construcción de plataforma del corredor norte-noroeste de alta velocidad Valladolid-Burgos, tramo: Estepar variante ferroviaria de Burgos. (Informes: 1)</i> |
| | Autoridad Portuaria de A Coruña, Puertos del Estado | <i>Realización de estudio de movimientos verticales de buques de gran calado en su acceso al puerto exterior de Langosteira. (Informes: 1)</i> |
| | Autoridad Portuaria de Bilbao, Puertos del Estado | <i>Realización del estudio numérico de la influencia de la prolongación del dique de Punta Sollana en la agitación interior. (Informes: 1)</i> |
| | Autoridad Portuaria de Bilbao, Puertos del Estado | <i>Estudio numérico de rebases en Punta Sollana. (Informes: 1)</i> |
| | Autoridad Portuaria de Cartagena, Puertos del Estado | <i>Estudio de los efectos de la ampliación en el dique de Curra. (Informes: 1)</i> |
| MINISTERIO DE FOMENTO | Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras, Puertos del Estado | <i>Realización de trabajos de asistencia técnica para el estudio específico de las patologías de corrosión aparecidas en el hormigón armado del dique exento del puerto de Algeciras. (Informes: 2)</i> |
| | Autoridad Portuaria de Motril, Puertos del Estado | <i>Estudio de maniobrabilidad en el muelle Contradique del puerto de Motril. (Informes: 1)</i> |
| | Autoridad Portuaria de Pasaia, Puertos del Estado | <i>Ampliación del análisis del estudio titulado 'Puerto de Pasajes. Estudio de maniobra de buques de eslora superior a 130 m'. (Informes: 1)</i> |
| | Autoridad Portuaria de Santander, Puertos del Estado | <i>Tramitación medioambiental para el dragado de los canales secundarios de la bahía de Santander. Fase I: caracterización de los sedimentos a dragar en el canal de acceso Pedreña - Somo de Farallones. (Informes: 1)</i> |
| | Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM) | <i>Estudio y simulación de maniobras de buques en el transcurso de accidentes marítimos. (Informes: 1)</i> |
| | Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM) | <i>Estudio de condiciones de clima marítimo en el transcurso de accidentes de buques. (Informes: 2)</i> |
| | Dirección General de Carreteras | <i>15. Actualización de la aplicación informática para el cálculo de caudales de drenaje mediante el método racional de la Norma 5.2. IC de la Instrucción de Carreteras. (Informes: 1)</i> |

| | |
|---------------------------------|---|
| Dirección General de Carreteras | 5. Corrección de las deflexiones por temperatura del pavimento. (Informes: 3) |
| Dirección General de Carreteras | 6. Programa de seguimiento mediante tramos de control del comportamiento estructural y deterioro de los refuerzos de firmes en la Red de Carreteras del Estado. (Informes: 6) |
| Dirección General de Carreteras | 8. Asistencia técnica en materia de firmes a la Subdirección General de Conservación. (Informes: 1) |
| Dirección General de Carreteras | 4. Control del indicador 'Capacidad estructural (firmes flexibles, semiflexibles y semirrígidos)', medido con los equipos Deflectómetro de impacto y Curviómetro. (Informes: 2) |
| Dirección General de Carreteras | 2. Control del indicador 'Resistencia al deslizamiento', medido con equipo SCRIM. (Informes: 15) |
| Dirección General de Carreteras | 3. Control del indicador 'Regularidad Superficial Longitudinal (IRI)', medido con el equipo Perfilómetro láser. (Informes: 4) |
| Dirección General de Carreteras | 7. Control de los indicadores relacionados con la inspección de deterioros. (Informes: 14) |
| Dirección General de Carreteras | 8. Seguimiento de mejoras en los indicadores de gestión y comportamiento de los firmes. (Informes: 2) |
| Dirección General de Carreteras | 1. Contraste de mediciones realizadas en el primer semestre de 2018. (Informes: 35) |
| Dirección General de Carreteras | Asistencia técnica al estudio para evaluar los coeficientes de fricción longitudinal a considerar para la estimación de las distancias de frenado en la Instrucción de trazado 3.1 IC. (Informes: 2) |
| Dirección General de Carreteras | 4. Análisis de ciclo de vida y de costes de ciclo de vida de firmes y pavimentos. (Informes: 1) |
| Dirección General de Carreteras | 12. Evaluación de efectos sobre la seguridad vial y de la rentabilidad económica de las actuaciones correctivas de la accidentalidad en la Red de Carreteras del Estado. (Informes: 1) |
| Dirección General de Carreteras | 3. Asesoramiento técnico para la elaboración, seguimiento y control de calidad de los mapas estratégicos de ruido y los planes de actuación en la Red de Carreteras del Estado. (Informes: 1) |
| Dirección General de Carreteras | 14. Compatibilización de los artículos de la parte 6 del PG-3 desarrollados por la Dirección General de Carreteras, con las instrucciones de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Fomento. (Informes: 1) |
| Dirección General de Carreteras | 5. Control del indicador 'Retroreflexión de marcas viales'. (Informes: 16) |
| Dirección General de Carreteras | 6. Control del indicador 'Retroreflexión de señales verticales'. (Informes: 9) |
| Dirección General de Carreteras | 2. Realización de tareas de evaluación de patologías de puentes y estructuras de carreteras. (Informes: 1) |

MINISTERIO DE FOMENTO

| | | |
|---|--|--|
| | Dirección General de Carreteras | 16. Estudio del desarrollo de reacciones álcali-sílice (RAS) en tableros de losa maciza de hormigón pretensado. (Informes: 4) |
| | Dirección General de Carreteras | 1. Asistencia en materia geotécnica a la Dirección General de Carreteras. (Informes: 7) |
| | Dirección General de la Marina Mercante | 1. Estudios de simulación de operaciones de fondeo en zonas exteriores de puertos. Aplicación al puerto de Huelva. (Informes: 1) |
| | Dirección General de la Marina Mercante | 2. Estudio de productos aplicables en la lucha contra la contaminación por hidrocarburos. (Informes: 1) |
| | Dirección General de la Marina Mercante | 3. Transporte marítimo de cargas sólidas a granel. (Informes: 2) |
| | Puertos del Estado | Estudio de rebases en diques de abrigo. Contraste entre medidas en modelo físico, formulaciones empíricas, método de las redes neuronales, métodos de la dinámica computacional de fluidos (CFD) y medidas en prototipo. (Informes: 2) |
| MINISTERIO DE FOMENTO | Puertos del Estado | Asistencia técnica permanente en materia portuaria. Período 2016-2017. (Informes: 1) |
| | Puertos del Estado | Asistencia técnica permanente en materias ambientales. Período 2016-2017. (Informes: 1) |
| | Puertos del Estado | Inventario de dragados en los puertos españoles. Período 2016-2017. (Informes: 1) |
| | Puertos del Estado | Inventario de dragados en los puertos españoles. (Informes: 1) |
| | Puertos del Estado | Asistencia técnica permanente en materia de estructuras y materiales. (Informes: 1) |
| | Puertos del Estado | Asistencia técnica permanente en materia geotécnica. Período 2016-2017. (Informes: 4) |
| | Puertos del Estado, Autoridad Portuaria de Ferrol-San Cibrao | Estudio de operaciones y permanencia en los fondeaderos de Farallones. (Informes: 2) |
| | Secretaría General Técnica. Ministerio de Fomento | Seguimiento y análisis de la reglamentación relativa a la seguridad de las estructuras de hormigón, de acero y mixtas. (Informes: 1) |
| | | Aguas de las Cuencas Mediterráneas, S.M.E.,S.A. (ACUAMED) |
| | Confederación Hidrográfica del Duero | Realización del estudio sobre la inestabilidad en el talud situado en la margen izquierda del río Eresma, a su paso por la localidad de Coca (Segovia). (Informes: 1) |
| | Confederación Hidrográfica del Ebro | Realización del estudio Caracterización isotópica del agua de posibles filtraciones del embalse de Mairaga y estudio de su origen. (Informes: 1) |
| MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA | Confederación Hidrográfica del Guadalquivir | Realización de trabajos de arreglo para la degradación del hormigón en la presa del pantano de Negratín, para la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir en la provincia de Granada. GR(DT)-5718. (Informes: 1) |
| | Confederación Hidrográfica del Tajo | Evaluación del estado de las geomembranas de las balsas de La Sagra-Torrijos. (Informes: 1) |
| | Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental | Identificación de los requerimientos de conservación de plantas protegidas ligadas al agua para su integración en los procesos de planificación hidrológica (Expediente 17MNES006). (Informes: 5) |
| | Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar | 3.1. Estudios de Ingeniería de Costas. (Informes: 11) |

**MINISTERIO
PARA LA
TRANSICIÓN
ECOLÓGICA**

| | |
|--|--|
| Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar | 4.1. Estudios teórico/experimentales para planificación de actuaciones. (Informes: 1) |
| Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar | 2.2. Apoyo técnico en las estrategias marinas. (Informes: 7) |
| Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar | 1.1. Colaboración en convenios internacionales. (Informes: 8) |
| Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar | 2.4 Apoyo técnico en la regulación de actividades humanas con incidencia en el medio marino. (Informes: 1) |
| Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar | 2.6. Diseño y elaboración de un sistema de información del medio marino (INFOMAR). (Informes: 1) |
| Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar | 3.3.1. Estudios geológicos-geotécnicos. (Informes: 1) |
| Dirección General del Agua | Trabajos del Centro de Estudios Hidrográficos para Dirección General del Agua sin encomienda de gestión específica. (Informes: 1) |
| Dirección General del Agua | Colaboración con la DGA en materia de hidromorfología y restauración fluvial durante el año 2017. (Informes: 1) |
| Dirección General del Agua | Red de vigilancia radiológica ambiental de las aguas continentales españolas - Año 2017. (Informes: 1) |
| Dirección General del Agua | Trabajos del Laboratorio de Geotecnia para Dirección General del Agua sin encomienda de gestión específica. (Informes: 1) |
| Mancomunidad de los Canales del Taibilla | Realización del seguimiento de las geomembranas utilizadas en la impermeabilización de balsas (período 2015-2019). (Informes: 1) |
| Ayuntamiento de Gósol | Realización de análisis de tritio por concentración electrolítica en una muestra y de los isótopos estables del agua en tres muestras. Determinación del tiempo de residencia. (Informes: 1) |
| Ayuntamiento de Segovia | Estudio del comportamiento dinámico del Acueducto frente a la acción de las ondas sonoras. (Informes: 1) |
| Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio. Madrid | Parecer sobre la propuesta técnica de recrecimiento del vertedero de nueva rendija. (Informes: 1) |
| OTRAS ADMINISTRACIONES Consejo de Seguridad Nuclear | Programa de vigilancia radiológica ambiental en el medio acuático (Red de estaciones de muestreo: red espaciada). Renovación 2017. (Informes: 1) |
| Consejo de Seguridad Nuclear | Asistencia técnica al Consejo de Seguridad Nuclear en los programas de vigilancia radiológica del medio acuático. Renovación 2017. SRA/782/2017/227.06. (Informes: 1) |
| Dirección General de Carreteras e Infraestructuras. Comunidad de Madrid | Realización del Estudio de estabilización de la carretera M-226, entre los PP.KK. 4+800 y 5+100, en Los Santos de la Humosa. (Informes: 1) |
| Dirección General de Medio Ambiente. Comunidad de Madrid | Realización de estudio piloto de mejora del régimen de caudales ecológicos en los ríos de la Comunidad de Madrid. (Informes: 1) |

| | | |
|------------------------------------|---|---|
| OTRAS ADMINISTRACIONES | Empresa de Transformación Agraria, S.A. (TRAGSA) | Realización de la evaluación preliminar de la conexión aguas superficiales y subterráneas en el acuífero sinclinal de Calasparra -MASUB 007-042. (Informes: 1) |
| | Entidad Pública Empresarial Local Balsas de Tenerife (BALTEN) | Realización del estudio de Evaluación del estado de las geomembranas impermeabilizantes instaladas en las balsas de Barranco de Benijos, Llanos de Mesa y El Saltadero, situadas en la isla de Tenerife. (Informes: 1) |
| | Gerencia de Infraestructuras y Equipamientos de Educación y Cultura. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte | Asistencia técnica sobre el comportamiento estructural de dos edificios gestionados por la Gerencia de Infraestructuras y Equipamientos de Educación y Cultura (Palacio del Infantado en Guadalajara y Naves de San Fernando de Henares, Madrid). (Informes: 1) |
| | Gobierno de Canarias. Consejería de Obras Públicas y Transportes | Realización del estudio de verificación y ajuste de la clasificación geomecánica para evaluar el grado de estabilidad de taludes en los materiales volcánicos de las islas Canarias. (Informes: 1) |
| | Laboratorio de Carreteras. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia | Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida de la Regularidad Longitudinal 2018. Equipos del Laboratorio de Carreteras de la Dirección General de Carreteras de la Región de Murcia. (Informes: 1) |
| | Mancomunidad de Aguas del Sorbe | Realización de Análisis radiológico en 1 muestra de agua de consumo humano procedente de la Mancomunidad de Aguas del Sorbe. (Informes: 1) |
| | Universidad de Cantabria | Realización del Ensayo de resistencia a fatiga sobre dos mezclas bituminosas según norma UNE-EN 12697-24 (D). (Informes: 1) |
| 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 2017 y 2018. (Informes: 1) | |
| CLIENTES NACIONALES | 3M España, S.A. | Realización del estudio 'Comportamiento de Materiales Retrorreflectantes. Clase RA1P-EGP-Serie 3430-3M, Clase RA1P-AEGP-Serie 7930-3M, Clase RA2P-HIP-Serie 3930-3M'. (Informes: 3) |
| | 3M España, S.A. | Realización del estudio 'Material Diamond Grade RA3P-DG3-Serie 4090-3M. Comportamiento'. (Informes: 2) |
| | A.I.E. CC.NN. Almaraz-Trillo | Vigilancia radiológica del río Tajo en torno a las instalaciones de la central nuclear de Almaraz. Año 2017. (Informes: 1) |
| | Aglomerados Los Serranos, S.A. | Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida de la Regularidad Longitudinal 2018. Equipos de la empresa Aglomerados Los Serranos. (Informes: 1) |
| | Applus Norcontrol, S.L.U. | Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida de la Regularidad Longitudinal 2018. Equipos de la empresa Applus Norcontrol. (Informes: 1) |
| | Asociación Nuclear Ascó - Vandellós II, A.I.E. | Vigilancia radiológica del río Ebro en torno a las instalaciones de la central nuclear de Ascó. Año 2017. (Informes: 1) |
| | CAASA Tecnología del Agua, S.A. | Realización del estudio de dilución en campo cercano del vertido al mar de las aguas residuales y de rechazo de la EDAR y de la IDAM de Torreveja, Alicante, en diferentes escenarios de explotación. (Informes: 1) |
| CAF Signalling, S.L. | Realización de Pruebas de inmunidad electromagnética de la antena ERTMS para SUBSET-116 (Informes: 1) | |

| | | |
|------------------------|--|---|
| | CAF Signalling, S.L. | <i>Realización de Ensayos de certificación del equipo embarcado ERTMS para SUBSET-076. (Informes: 1)</i> |
| | CIESM-INTEVIA, SAU | <i>Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida de la Regularidad Longitudinal 2018. Equipos de la empresa CIESM INTEVIA. (Informes: 1)</i> |
| | Consortio Español | <i>Pruebas de Interoperabilidad entre el equipo embarcado de Alstom y el RBC de Siemens en la línea ERTMS N2 de Haramain. (Informes: 1)</i> |
| | Dragados, S.A. | <i>Realización de Analysis of trail embankment results and technical assistance in the determination of the critical speed. California High-Speed Train Project (CHSTP). (Informes: 1)</i> |
| | Dragados, S.A. | <i>Realización del estudio Supervision of SASW test execution in the trail embankment. California High-Speed Train Project (CHSTP). (Informes: 1)</i> |
| | Dragados, S.A. | <i>Realización del estudio Finite Element Method calculations of different sections. California High-Speed Train Project (CHSTP). (Informes: 1)</i> |
| | EPTISA Servicios de Ingeniería, S.L. | <i>Realización de estudios hidráulicos en modelo a escala reducida en el proyecto de la central hidroeléctrica de Rositas (Bolivia). (Informes: 1)</i> |
| CLIENTES NACIONALES | Euroconsult Nuevas Tecnologías, S.A. | <i>Realización del Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida del Rozamiento Transversal del tipo SCRIM 2018. Equipo Matrícula 1835-GLM de la empresa Euroconsult Nuevas Tecnologías, S.A. (Informes: 1)</i> |
| | Euroconsult Nuevas Tecnologías, S.A. | <i>Realización del Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida del Rozamiento Transversal del tipo SCRIM 2018. Equipo Matrícula 9087-DSC de la empresa Euroconsult Nuevas Tecnologías, S.A. (Informes: 1)</i> |
| | Euroconsult Nuevas Tecnologías, S.A. | <i>Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida de la Regularidad Longitudinal 2018. Equipos de la empresa EUROCONSULT Nuevas Tecnologías. (Informes: 1)</i> |
| | FCC Construcción, S.A. | <i>Realización de ensayos en modelo físico para el estudio del comportamiento frente al rebase del dique del puerto de Playa Blanca (Lanzarote, Gran Canaria). (Informes: 1)</i> |
| | Ferrovial-Agromán, S.A. | <i>Realización de ensayos en modelo físico sobre el proyecto de reparación del dique de la estación naval de La Algameca en Cartagena (Murcia). (Informes: 2)</i> |
| | Geotecnia y Cimientos, S.A. (GEOCISA) | <i>Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida de la Regularidad Longitudinal 2018. Equipos de la empresa Geotecnia y Cimientos, S.A. (Informes: 1)</i> |
| | Gestión y Auscultación de Infraestructuras, S.L. (GYA) | <i>Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida de la Regularidad Longitudinal 2018. Equipos de la empresa Gestión y Auscultación de Infraestructuras (GYA). (Informes: 1)</i> |
| | G-GRAVITY ENGINEERING | <i>Determination of design parameters of 40/70 material for bedding layer – Port Aberdeen (Scotland). (Informes: 1)</i> |

| | | |
|----------------------------|--|---|
| | Ingeniería Insitu, S.L. | <i>Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida de la Regularidad Longitudinal 2018. Equipos de la empresa Ingeniería Insitu. (Informes: 1)</i> |
| | Magtel Operaciones, S.L.U. | <i>Colaboración en el proyecto NETCON. (Informes: 1)</i> |
| | Nikken Sekkei Ltd. | <i>Realización del estudio Inspección de dos sondeos mediante PS-logging. (Informes: 1)</i> |
| | Nuclenor, S.A. | <i>Vigilancia radiológica del río Ebro en torno a las instalaciones de la central nuclear de Santa María de Garoña. Año 2017. (Informes: 1)</i> |
| CLIENTES NACIONALES | Nueva Compañía Arrendataria de las Salinas de Torrevieja, S.A.U. | <i>Realización del estudio de soluciones para un sistema para el vertido al mar de las aguas excedentes de la laguna de las Salinas de Torrevieja, Alicante. (Informes: 1)</i> |
| | SERS Consultores en Ingeniería y Arquitectura, S.A. | <i>Realización del estudio hidráulico mediante modelo físico a escala reducida del desagüe de fondo de la presa de Pálmaces. (Informes: 1)</i> |
| | Tirme, S.A. | <i>Realización de seguimiento del comportamiento estructural de un tramo de ensayo en la carretera Ma-30. (Informes: 2)</i> |
| | TPF GETINSA Euroestudios, S.L. | <i>Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida de la Regularidad Longitudinal 2018. Equipos de la empresa TPF GETINSA Euroestudios. (Informes: 1)</i> |
| | TYPSA Técnica y Proyectos, S.A. | <i>Realización del estudio hidráulico en modelo físico a escala reducida del recrecimiento del aliviadero de la presa del Andévalo. (Informes: 1)</i> |
| | UTE Solar Technology Advisors, S.L. | <i>Realización del estudio de la capa superficial de mezcla bituminosa a partir de testigos extraídos de la segunda pista del aeropuerto de Málaga y su pista de estacionamiento. (Informes: 1)</i> |
| | CLIENTES INTERNACIONALES | Henan Lanxin Technology Co., Ltd. |
| | Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) | <i>Identificación de las secciones de la red troncal española de infraestructuras de transporte potencialmente más expuestas a los efectos del cambio climático. (Informes: 1)</i> |
| INVESTIGACIÓN | Comisión Europea | <i>TELWIND. Integrated telescopic tower and evolved spar floating substructure for low-cost Deep offshore wind and next generation of 10MW+ turbines. Installation process. (Informes: 1)</i> |
| | Comisión Europea | <i>TELWIND. Integrated telescopic tower and evolved spar floating substructure for low-cost Deep offshore wind and next generation of 10MW+ turbines. Transport Process. (Informes: 1)</i> |



ACRÓNIMOS



| ACRÓNIMO | LITERAL |
|----------|--|
| AAS | Sistema de Absorción Atómica |
| ACUAMED | Aguas de las Cuencas Mediterráneas, S.A. |
| ACVF | Análisis del Ciclo de la Vida de los Firmes |
| ACHE | Asociación Científico-Técnica de Hormigón Estructural |
| 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 |
| AENA | Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea |
| AENOR | Asociación Española de NORmalización y Certificación. Comités de Certificación |
| AESA | Agencia de Seguridad Aérea |
| AESF | Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria |
| AETESS | Asociación de Empresas de la Tecnología del Suelo y Subsuelo |
| AETOS | Asociación Española de Túneles y Obras Subterráneas |
| AGUAMOD | Desarrollo de una Plataforma de Gestión de los Recursos Hídricos de Estiaje en el Territorio de Europa Suroccidental |
| AIL | Asociación Ibérica de Limnología |
| AIPCR | Association Internationale Permanente des Congrès de la Route (Asociación Mundial de la Carretera) |
| AIS | Sistema de Información Automática |
| ANABAD | Federación Española de Asociaciones de Archiveros, Bibliotecarios, Arqueólogos, Museólogos y Documentalistas |
| ANADRY | DRY ANAerobic digestion as an alternative management and treatment for sewage sludge |
| ANSTER | Almacenamiento Nuclear Seguro ante TERremotos |
| AP | Autoridad Portuaria |
| APC | Autoridad Portuaria de Cartagena |
| API | Instituto Americano del Petróleo |
| APM | Autoridad Portuaria de Melilla |

| | |
|----------------|---|
| ARM | Áridos Reciclados Mixtos |
| ASE | Extractor de Solventes Acelerado |
| ASEFMA | ASociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas |
| ASSAL | Asociación de Supervisores de Seguros de América Latina |
| ATC | Asociación Técnica de Carreteras |
| ATCYP | Asociación Internacional para la Navegación |
| ATG | Adhoc Task Group |
| ATPC | Asociación Técnica de Puertos y Costas |
| BALTEN | Balsas de Tenerife |
| BDO | Binder Dijker Otte |
| BID | Banco Iberoamericano de Desarrollo |
| BTM | Módulo de Transmisión de Baliza |
| CAUDREN | Aplicación para cálculo de CAUdales de DRENaje en pequeñas cuencas |
| CCETTS | Comisión Central de Explotación del Traspase Tajo-Segura |
| CCRCC | Control Command and Railway Communication Conference |
| CCVF | Costes del Ciclo de la Vida de los Firms |
| CDTI | Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial |
| CEDEX | Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas |
| CEF | Connecting Europe Facility |
| CEH | Centro de Estudios Hidrográficos |
| CEHOPU | Centro de Estudios Históricos de la Obra PÚBLica |
| CEN | Comité Europeo de Normalización |
| CENTER | CEntro Nacional de TEcnología de Regadíos |
| CEPYC | Centro de Estudios de Puertos Y Costas |
| CET | Centro de Estudios del Transporte |
| CFD | Dinámica Computacional de Fluidos |
| CI | Cromatografía Iónica |
| CIAIM | Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos |
| CID | Carbono Inorgánico Disuelto |
| CIPC | Construcción Interministerial para Productos de la Construcción |
| CIS | Common Implementation Strategy |
| CIVEA | Comisión de Interpretación, Vigilancia, Estudio y Aplicación |
| CLARITY | Integrated Climate Adaptation Service Tools for Improving Resilience Measure Efficiency |
| CNEGP-SPANCOLD | Comité Nacional Español de Grandes Presas |
| CODIA | Conferencia de Directores Iberoamericanos del Agua |
| COT | Carbono Orgánico Total |
| COT-NT | Analizadores de carbono y nitrógeno total |
| CPC | Comisión Permanente del Cemento |
| CPEA | Comisión Permanente de Estructuras de Acero |
| CPH | Comisión Permanente del Hormigón |
| CPNS | Comisión Permanente de Normas Sismoresistentes |
| CPTu | Cone Penetration Test con medida de presiones intersticiales |
| CSIC | Consejo Superior de Investigaciones Científicas |
| CSN | Consejo de Seguridad Nacional |
| CT | Comité Técnico |
| CTC | Comité Técnico de Certificación |
| CTERM | Comité de TERMinología |

| | |
|------------------|--|
| CTN | Comité Técnico de Normalización |
| CTPROM | Comité Técnico Permanente para la elaboración de las Recomendaciones para Obras Marítimas |
| CHSTP | California High-Speed Train Project |
| DFA | Diputación Foral de Álava |
| DGA | Dirección General del Agua |
| DGC | Dirección General de Carreteras |
| DGBCA | Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental |
| DGCEAMN | Dirección General de Calidad Ambiental y Medio Natural |
| DGMM | Dirección General de la Marina Mercante |
| DGSCM | Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar |
| DLR | Deutsches zentrum für Luft und Raumfahrt |
| DMA | Directiva Marco del Agua |
| EAE | Instrucción Española de Acero Estructural |
| EAE | Evaluación Ambiental Estratégica |
| EAHE | Escorias de Acería de Horno Eléctrico |
| EC | EuroCódigo |
| ECOSTAT | ECOLOGical STATus |
| ECTS | European Credit Transfer and Accumulation System |
| EDAR | Estación Depuradora de Aguas Residuales |
| EHE | Instrucción de Hormigón Estructural |
| EI | Evaluación de Impacto |
| ELGIP | European Large Geotechnical Institutes Platform |
| EMSET | ElectroMechanical Systems Engineering Technology |
| ENAC | Entidad Nacional de ACreditación |
| EPA | Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos |
| EPDM | Caucho de Etileno-Propileno-Monómero Diénico |
| ERA | European Union Agency for Railways |
| ERTMS | European Rail Traffic Management System |
| EurAqua | EUROpean Network of Freshwater Organisations |
| EVC | European Vital Computer |
| EWRI | European Water Research Institutes |
| FCAS | Fondo de Cooperación de Agua y Saneamiento |
| FCC | Fomento de Construcciones y Contratas |
| FECYT | Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología |
| FEHRL | Foro Europeo de Laboratorios Nacionales de Investigación en Carreteras |
| FFC | Fast Forward Composites |
| FIMS | Sistema de Inyección de Flujo en Continuo |
| FOX | Forever Open infrastructure across all transport modes |
| ASE | Extractor de solventes acelerado |
| FYSEG | Fulcrum y Sers Engineering Group |
| GEI | Gases de Efecto Invernadero |
| GESAT | Portal para la Gestión de las Solicitudes de Acceso a la Transparencia |
| GESHID | GESión y Seguridad de Infraestructuras Hidráulicas |
| GNIP | Red Mundial de Isótopos en Precipitación |
| GSA | European Global Navigation Satellite Systems Agency |
| HYDRALAB+ | Researchers and stakeholders to improve experimental research focusing on adaptation to climate change |

| | |
|------------------------|---|
| HYDROSENSOFT | HYDRO-environment SENSors and SOFTware |
| IAASB | International Assurance and Audit Standard Board |
| IABSE | International Association for Bridges and Structural Engineering |
| IAE | Instrucción de Acero Estructural |
| IAHR | International Association of Hydraulic Engineering and Research |
| IAHR | Asociación Internacional de Ingeniería e Investigación Hidro-Ambiental |
| IASS | International Association for Shell and Spatial Structures |
| IASS | Asociación Interneccional de Estructuras Laminares y Espaciales |
| IBER | Modelo matemático bidimensional para simulación del flujo en ríos y estuarios |
| ICP-OES | Espectrómetro de Emisión Atómica por Plasma de Acoplamiento Inductivo y doble visión con nebulizador ultrasónico |
| IFA | Instituto de Física Aplicada |
| IFEMA | Institución Ferial de MAdrid |
| IGME | Instituto Geológico y Minero de España |
| IGS | International Geosynthetics Society |
| INCOVER | INnovative ECO-Technologies for Resource RecoVERY from Wastewater |
| INECO | INgeniería y ECOnomía del Transporte |
| INFOMAR | Sistema de INFOmación MARino |
| INH | Instituto Nacional de Hidráulica |
| Interreg-POCTEP | Programa de Cooperación Transfronteriza España-Portugal |
| Interreg-SUDOE | Iniciativa comunitaria relativa a la cooperación transnacional en materia de ordenación territorial y desarrollo regional |
| IRS | International Railwail Solutions |
| ISO | International Standard Organization |
| ISO/IEC | International Standard Organization / International Electrotechnical Commission |
| ISRM | Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas |
| IWHR | China Institute for Water Resources and Hidropower |
| JRC | Joint Research Centre |
| kPa | KiloPascal |
| LAV | Línea de Alta Velocidad |
| LCEYM | Laboratorio Central de Estructuras Y Materiales |
| LG | Laboratorio de Geotecnia |
| LIF | Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria |
| LIFE | Programa de Medio Ambiente y Acción por el Clima |
| LTM | Loop Transmission Module |
| LVDT | Linear Variable Differential Transformer |
| MDST | Modelo Hidrodinámico Tridimensional de Estructuras Hidráulicas |
| MEDSCOPE | Proyecto de Investigación Europeo de Predicción Estacional |
| MEF | Método de los Elementos Finitos |
| MFOM | Ministerio de FOMento |
| MINCOTUR | Ministerio de INdustria, COmercio y TURismo |
| MITECO | MInisterio para la Transición ECOlógica |
| MPa | Megapascal |
| NS | Nederlandse Spoorwegen |
| OA | Organismo Autónomo |
| OBU | On-Board Unit |
| OECC | Oficina Española de Cambio Climático |

| | |
|-------------------|--|
| OEM | Ordenación de Espacio Marítimo |
| OIEA | Organismo Internacional de Energía Atómica |
| OMM | Organización Meteorológica Mundial |
| OO AA | Organismos Autónomos |
| PDE | Partial Differential Equation |
| PE | Puertos del Estado |
| PEAD | PoliEtileno de Alta Densidad |
| PG-3 | Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes |
| PIANC | Asociación Internacional de Infraestructuras del Transporte Acuático |
| PIARC | Permanent International Association of Road Congresses (Asociación Mundial de la Carretera) |
| PIC | Plan de Infraestructuras de Carreteras |
| PIV | Particle Image Velocimetry |
| p.k. | Punto kilométrico |
| PNOA | Plan Nacional de Ortofotografía Aérea |
| PS-logging | Sonda acústica de baja frecuencia |
| PSAR | Plan de Seguridad del Agua Reutilizada |
| PTEC | Plataforma Tecnológica Española de la Construcción |
| PTFE | Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española |
| PXI | Bus industrial de comunicaciones estándar para instrumentación y control |
| PVC-P | Poli Cloruro de Vinilo Plastificado |
| Q | Caudal punta |
| RALCEA | Red en América Latina de Centros de Excelencia en Agua |
| RBC | Radio Block Center |
| RC | Instrucción para la Recepción de Cementos |
| RCD | Residuos de Construcción y Demolición |
| RCE | Red de Carreteras del Estado |
| RD | Real Decreto |
| REVIP | Red Española de Vigilancia de Isótopos en Precipitación |
| REVIRA | REd de Vigilancia Radiológica Ambiental |
| REYAC | Gabinete de Relaciones Externas Y Actividades Comerciales |
| RIA | Revista de Ingeniería del Agua |
| RIBAGUA | Revista Iberoamericana del AGUA |
| RIINIIH | Red Iberoamericana de Institutos Nacionales de Ingeniería e Investigación Hidráulica |
| RIL | Rail Interoperability Lab |
| RILEM | International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systes and Structures |
| ROM | Recomendaciones de Obras Marítimas |
| RPAS | Remotely Piloted Aircraft System |
| RTVE | Radio TeleVisión Española |
| SASEMAR | Sociedad de SALvamento y SEguridad MARítima |
| SASW | Spectral Analysis of Surface Waves (Análisis epectral de ondas superficiales) |
| SC | SubComité |
| SECEGSA | Sociedad Española de Estudios para la Comunicación Fija a través del Estrecho de Gibraltar, S.A. |
| SECYTA | Sociedad Española de Cromatografía Y Técnicas Afines |
| SEDIC | Sociedad Española de Documentación e Información Científica |
| SEITT | Sociedad Estatal de Infraestructuras de Transporte Terrestre |
| SEMR | Sociedad Española de Mecánica de Rocas |

| | |
|-------------------|--|
| SEMSIG | Sociedad Española de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica |
| SENASA | Servicios y Estudios para la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica |
| SEPES | Entidad Estatal de Suelo |
| SEPR | Sociedad Española de Protección Radiológica |
| SEPREM | Sociedad Española de Presas y Embalses |
| SGC | Sistema de Gestión de Calidad |
| SGE | Sociedad Geológica de España |
| SIAMEC | Integrated anaerobic system for wastewater reclamation at ambient temperature in European climates |
| SICA | Sistema de Información sobre Contaminación Acústica |
| SIL | International Society of Limnology |
| SIMNORAT | Supporting Implementation of Maritime spatial planning in the NORthern European ATLantic |
| SIMPA | Sistema Integrado para la Modelación del proceso Precipitación Aportación |
| SIMWESTMED | Supporting Implementation of Maritime spatial planning in the WESTern MEDiterranean region project |
| SNE | Sociedad Nuclear Española |
| SO2 | Dióxido de azufre |
| SPH | Método que resuelve las ecuaciones de Navier-Stokes |
| SRS | System Requirements Specifications |
| STCW | Convenio Internacional sobre Normas de Formación, Titulación y Guardia para la Gente de Mar |
| TBT | Tributilestaño |
| TDC | Transferencia del Conocimiento |
| TELWIND | Proyecto prototipo a escala 1:1 de torre eólica offshore apoyada en el fondo marino |
| TERN | Red Transeuropea de Carreteras |
| TPT | Tiempo Parcial de Tromboplastina |
| UE | Unión Europea |
| UCLM | Universidad de Castilla-La Mancha |
| UIC | Unión Internacional de Ferrocarriles |
| ULCC | Ultra Large Crude Carrier |
| UNE | Una Norma Española. Asociación Española de Normalización y Certificación. Comités de Normalización |
| UNED | Universidad Nacional de Educación a Distancia |
| UNE-EN | Una Norma Española-European Norm |
| UPM | Universidad Politécnica de Madrid |
| USE-IT | Users, Safety, Security and Energy in Transport Infrastructure |
| VITE | Virtualization of Test Environment (Virtualización de entornos de ensayos) |
| WFD | Water Framework Directive |
| WG | Working Group |
| WOS | Web Of Science |



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS