

# INFORME

---

## 11º FORO PTEC LA INNOVACIÓN EN EL MANTENIMIENTO Y ADAPTACIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS DEL TRANSPORTE EXISTENTES A LAS NUEVAS DEMANDAS

---

Barcelona, 6 de abril de 2016

Organizado por



Con el apoyo de



Cofinanciado por



22 DE JULIO 2016  
PTEC

## INDICE

ANTECEDENTES .....	3
OBJETIVOS.....	4
ALGUNOS DATOS SOBRE LA PARTICIPACIÓN.....	4
RESUMEN DE LA JORNADA.....	6
Sesion de Apertura e Inauguración de la Sesión de Posters .....	6
Primera Sesión .....	8
Segunda Sesión .....	19
Sesión de Posters .....	32
AGRADECIMIENTOS.....	34
CONTACTO .....	34

## ANTECEDENTES

Este informe resume el 11º Foro PTEC que tuvo lugar el 6 de abril del 2016 en la Universidad Politécnica de Cataluña UPC (Barcelona) y fue organizado por la Plataforma Tecnológica Española de Construcción PTEC en colaboración con dicha Universidad

Con estos Foros de debate, PTEC pretende promover un acercamiento a entidades públicas y privadas no miembros de esta Plataforma. Se organizan periódicamente en distintas regiones para favorecer la participación de PYMES y de Administraciones regionales y locales

El 11º Foro de Debate estuvo promovido por el Grupo de Trabajo PTEC Infraestructuras de Transporte y se orientó a la innovación en el mantenimiento y adaptación de las infraestructuras del transporte existentes a las nuevas demandas.

Se organizó en torno a dos sesiones con 11 ponencias y una exposición de posters en la que se presentaron 22 proyectos de I+D+i.

Las presentaciones están disponibles en la web de la PTEC [www.plataformaptec.es](http://www.plataformaptec.es) y puede accederse a las mismas a través de los siguientes enlaces:

[Intervención de Juan Lazcano. Presidente Fundación PTEC](#)

[Presentación de Manuel Valdés. Ayuntamiento de Barcelona](#)

[Presentación de Albert Tortajada. Generalitat de Catalunya](#)

[Presentación de Manuel Menéndez Muñiz. Vías y Construcciones](#)

[Presentación de Antonio Marí. UPC](#)

[Presentación de Carles Rúa. Port de Barcelona](#)

[Presentación de Albert Compte. CEDEX](#)

[Presentación de Cesar Peña. Abertis Group.](#)

[Presentación de Rodrigo Miró. UPC](#)

[Presentación de Antonio Ramírez. Sacyr Construcción](#)

[Presentación de Julio Dolado. CDTI](#)

[Presentación de Miguel Segarra. Dragados.](#)

## OBJETIVOS

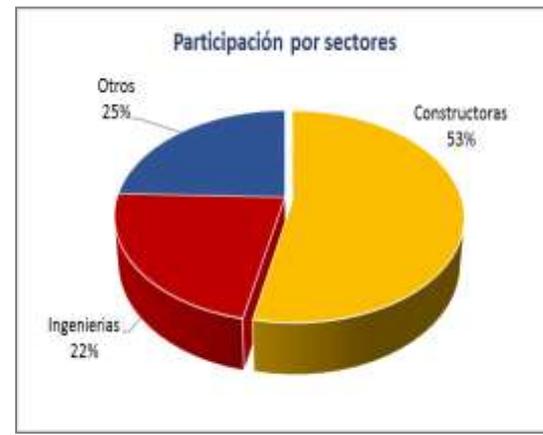
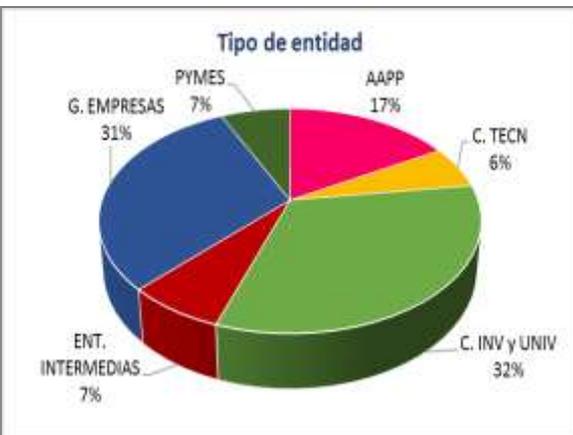
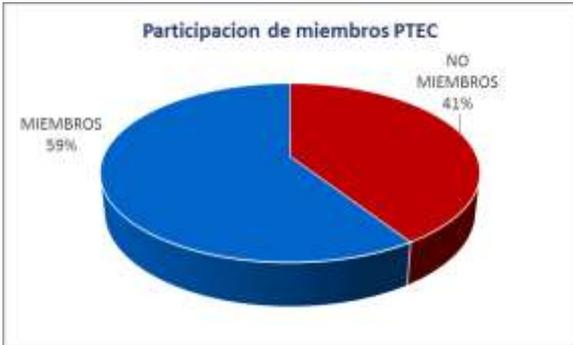
- Dar a conocer la Plataforma a entidades públicas y privadas de Cataluña y áreas limítrofes
- Favorecer la participación de entidades de la región, tanto los que pertenecen a la PTEC como aquellos otros que no siendo miembros de la PTEC están interesados en la innovación en construcción.
- Debatar sobre los retos identificados en el mantenimiento y adaptación de las infraestructuras del transporte existentes a las nuevas demandas
- Presentar resultados de proyectos relacionados con el mantenimiento y la adaptación de las infraestructuras de transporte a las nuevas demandas
- Identificar nuevas líneas de trabajo en innovación en la temática del Foro
- Favorecer el *networking* entre los miembros de la PTEC y otras entidades interesadas en la innovación

## ALGUNOS DATOS SOBRE LA PARTICIPACIÓN

El Foro contó con 120 participantes de 54 entidades con las observaciones siguientes:

- El número de asistentes miembros de la PTEC fue algo superior que el de no miembros
- La mayor parte de los asistentes pertenecían a empresas (principalmente constructoras), universidades y centros de investigación
- En la distribución según procedencia, se observa una alta participación de entidades catalanas con una elevada participación de personas procedentes de la UPC.

Las siguientes figuras recogen los datos explicados:



## RESUMEN DE LA JORNADA

### SESION DE APERTURA E INAUGURACIÓN DE LA SESIÓN DE POSTERS

Ricard Font i Hereu, Secretari de Territori i Mobilitat del Departament de Territori i Sostenibilitat, President Infraestructures.cat, Generalitat de Catalunya

Janet Sanz Cid, Tinent de alcaldesa d'Ecologia, Urbanisme i Mobilitat, Ajuntament de Barcelona

Enric Fossas, Rector de la Universitat Politècnica de Catalunya

Juan Lazcano, Presidente del Patronato Fundación PTEC

Jesús Rodríguez, Director Gerente PTEC

La sesión inaugural del evento corrió a cargo de Ricard Font i Hereu, Secretari de Territori i Mobilitat del Departament de Territori i Sostenibilitat, President Infraestructures.cat, Generalitat de Catalunya, de Janet Sanz Cid, Tinent de alcaldesa d'Ecologia, Urbanisme i Mobilitat, Ajuntament de Barcelona, de Enric Fossas, Rector de la Universitat Politècnica de Catalunya, de Juan Lazcano, Presidente del Patronato Fundación PTEC y de Jesús Rodríguez, Director Gerente PTEC

Enric Fossas, Rector de la Universitat Politècnica de Catalunya señaló los buenos resultados obtenidos por la UPC en las evaluaciones recientemente publicadas. Destacó que la Universidad ocupa el puesto 33 del mundo en ingeniería y explicó el papel de la Universidad en la PTEC.

El presidente de la Fundación PTEC presentó la Plataforma y resumió las principales actividades desarrolladas, destacando entre ellas la organización periódica de Foros de debate relativos a distintos temas de interés para el sector. Señaló la importancia de la inversión en mantenimiento y, consecuentemente, la importancia del presente Foro y acabó su ponencia animando a los asistentes a unirse a la Plataforma y a participar en sus actividades.

Por su parte, Janet Sanz Cid, debatió sobre la importancia de las infraestructuras capaces de adecuarse al territorio y la necesidad de que estas infraestructuras garanticen el derecho a la movilidad de los ciudadanos. Según la visión del Ayuntamiento, estas infraestructuras deben también estar vinculadas a los grandes retos sociales como el medioambiente o las energías limpias. Explicó que el Ayuntamiento de Barcelona ha planteado sus propuestas en esta línea a la Agenda Urbana Mundial. Finalmente, señaló la importancia de la colaboración público-privada que trabaja para los ciudadanos en la consecución de estos objetivos

Finalmente, Ricard Font i Hereu, debatió sobre las implicaciones de la innovación, como elemento disruptivo que obliga a salir de la zona de confort. Señaló la necesidad de convencer primero de que una determinada innovación va a ayudar a mejorar y luego incorporarla y mantenerla. Destacó la importancia de la colaboración público-privada pero siempre pensando que se va a hacer y cómo.

La sesión inaugural finalizó con la inauguración de la sesión de posters en la que se exhibieron 22 proyectos de I+D+i del ámbito de las infraestructuras de transporte (ver pags. 31 y 32).



## PRIMERA SESIÓN

**Presidente:** Alvaro Nicolas Loscos, en nombre de la Rigidora de Movilitat del Ajuntament de Barcelona

**Coordinador:** Jesús Rodríguez. Director Gerente de la PTEC

**Ponentes:**

- ¿Cómo nos moveremos en las ciudades? Manuel Valdés López, Gerente Adjunto de Movilidad e Infraestructuras, Ajuntament de Barcelona
- El mantenimiento en las infraestructuras ferroviarias. Albert Tortajada, Director de Infraestructuras, Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
- La inteligencia artificial en el mantenimiento de infraestructuras ferroviarias. Manuel Menéndez Muñiz, Responsable de Innovación en Obra Civil, Vías y Construcciones
- La adaptación de las estructuras existentes a las nuevas demandas. Antonio Marí. Catedrático de hormigón estructural, UPC
- ¿Hacia dónde debe orientarse la innovación en los puertos? Carles Rúa, Responsable de proyectos estratégicos e innovación, Port de Barcelona



## ¿CÓMO NOS MOVEMOS EN LAS CIUDADES?

AJUNTAMENT DE BARCELONA

Manuel Valdés López



Manuel Valdés López, debatió en su presentación sobre cómo nos moveríamos en el futuro en las ciudades.

Señaló el proceso de crecimiento urbano que convertirá a las ciudades en grandes polos de atracción y generación de desplazamientos. Esta evolución genera la necesidad de adaptar los modos de transporte para

evitar éstos que dejen de funcionar por colapso y contaminación.

Señaló como gran reto a resolver en la ciudad el desarrollo de modos no contaminantes y colectivos. Este reto requiere la contribución coordinada de todos los actores que intervienen en la movilidad y las infraestructuras (planificadores, proyectistas, ejecutores, etc.)

Igualmente, se requiere aprovechar al máximo el espacio público y las infraestructuras existentes. Los procesos de mantenimiento y conservación no solo deben garantizar la seguridad y calidad de los desplazamientos para los usuarios sino también la redistribución progresiva del espacio disponible para priorizar los modos más eficientes y sostenibles.



Definió la ciudad de Barcelona como un laboratorio activo al servicio de las propuestas que ofrezcan mayor valor a los ciudadanos y, en este sentido, revisó algunas de las iniciativas innovadoras puestas en marcha en Barcelona como el Centro de microdistribución de última milla o el bus eléctrico

Insistió en aprovechar las infraestructuras existentes en la ciudad, promover la movilidad a pie y en bici, las energías renovables y potenciar modos que reduzcan la contaminación (contaminación cero).

Finalizó su presentación insistiendo en que, para garantizar la movilidad en las ciudades del futuro, las infraestructuras tienen que transformarse paulatinamente para dar paso a los modos más sostenibles cediendo espacio que actualmente consume el coche privado. Esta adaptación será en parte gracias a la aplicación de nuevas tecnologías y procesos de mantenimientos innovadores, que no solo garanticen la durabilidad y la seguridad, sino que integren también nuevas funciones urbanas esenciales en las infraestructuras, como la generación energética, la absorción de contaminantes o la reducción del ruido.

#### 05 Infraestructuras existentes

- Carril Bici



#### 08 Infraestructuras innovadoras

- Centro de microdistribución de última milla



## EL MANTENIMIENTO EN LAS INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS.

### FERROCARRILS DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA

**Albert Tortajada**



Albert Tortajada centró su exposición en el mantenimiento de las infraestructuras ferroviarias. Recordó que los principales objetivos del mantenimiento son:



- Maximizar la disponibilidad de los bienes de producción.
- Reducir las averías que implican afectación al servicio.
- Garantizar la seguridad de equipos e instalaciones.
- Maximizar la vida útil de los activos.
- Garantizar la funcionalidad a lo largo de toda la vida útil.

y presentó distintos ejemplos reales relacionados con los objetivos definidos.

Las estrategias básicas en los procesos de mantenimiento son:

- El mantenimiento y/o reparación de subconjuntos no debe inmovilizar un activo productivo de alto valor y, por eso es necesario independizar el mantenimiento de primer y segundo nivel
- La gestión de stocks de recambios no se puede hacer con criterios clásicos (rotación / rotura)
- Externalizar (competencia) manteniendo el know-how básico
- Redundancia de equipos (fase de diseño)
- Procedimentación
- Acuerdos de nivel de servicio

Además, definió tres tipos de mantenimiento:

- **Mantenimiento correctivo:** Se repara el equipo o instalación que ha dejado de funcionar normalmente
- **Mantenimiento preventivo:** Se revisa / substituye el equipo a intervalos regulares en función de un “driver” (tiempo, kilometraje, número de ciclos, ...)

- Mantenimiento predictivo. Se monitoriza la evolución de una instalación o equipo y se revisa / sustituye cuando está cerca del límite de fallo.

Ejemplos de mantenimiento predictivo son:

- Inspección periódica
- Inspección sintomática
- Auscultación
- Monitorización

El mantenimiento predictivo se puede aplicar a muchos más campos de los que a primera vista parecería. Por ejemplo: vía, cambios, pantógrafos, ruedas, red de datos, material móvil, etc. Finalizó su ponencia presentando distintos casos reales de mantenimiento predictivo.



En cuanto a la externalización de estas actividades, incidió en la importancia de desarrollar internamente el mantenimiento de los elementos que tienen know-how propio. También destacó la importancia de elementos como la monitorización y la sensorización en el mantenimiento.

## LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

### VIAS Y CONSTRUCCIONES

Manuel Menéndez Muñiz



Manuel Menéndez debatió sobre la inteligencia artificial en el mantenimiento predictivo de las infraestructuras ferroviarias.

Inició su ponencia presentando la actividad de la empresa VIAS y, a partir de ahí, los proyectos I+D+i desarrollados en el ámbito del mantenimiento predictivo:



- CIBIC “Conservación de infraestructuras basada en inteligencia computacional”: financiado por MINECO dentro del Programa Nacional de Proyectos de Investigación Aplicada y se desarrolló entre 2009 y 2010.
- GEOMAF “Nueva herramienta de gestión de las operaciones de mantenimiento de la superestructura e infraestructura ferroviaria”: financiado por MINECO dentro del programa INNPACTO y se desarrolló entre 2011 y 2014.
- OPTIRAIL “Development of a smart framework based on knowledge to support infrastructure maintenance decisions in railway corridors”: financiado por UE (FP7) y se desarrolló entre 2012 y 2015.



Definió la Inteligencia artificial como la aplicación de un programa de computación diseñado para realizar determinadas operaciones que se consideran propias de la inteligencia humana, como el autoaprendizaje. Estos programas permiten:

- Extraer información útil y novedosa de forma automática, a partir de bases de datos existentes.
- Analizar información no trivial
- Analizar grandes bases de datos

Se señalaron como principales ventajas del uso de estos sistemas las siguientes:

- La cantidad de datos a analizar ha aumentado considerablemente
- A los analistas empleando técnicas tradicionales, puede llevarle mucho tiempo conseguir información novedosa.
- Con la ayuda de estas técnicas es posible encontrar y analizar conceptos “ocultos” difíciles de descubrir y entrenar a los ordenadores para que generalicen la información obtenida.

Finalmente, Manuel Menendez señaló que los sistemas basados en inteligencia artificial pueden extraer información útil y novedosa de forma automática en periodos de tiempo cortos, a partir de bases de datos existentes. Además, los sistemas pueden “aprender” y desarrollar sistemas predictivos.

Las principales conclusiones presentadas en su ponencia fueron:

- La inteligencia artificial está siendo aplicada en otros sectores, la construcción no es una excepción.
- Permite el desarrollo de un nuevo modelo de mantenimiento con los mismos niveles de seguridad y servicio.
- Los principales retos a los que se enfrentan son: nuevos datos, nuevos modelos, nuevas predicciones....
- El uso de estas técnicas es especialmente relevante en el caso de la interoperabilidad dado que se puede definir una práctica común, una interpretación conjunta, un lenguaje común, etc.
- Los sistemas basados en inteligencia artificial permiten gestionar todos los elementos relevantes de la plataforma como uno
- Es posible la integración de distintas bases de datos a través del *big data*.

## LA ADAPTACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES A LAS NUEVAS DEMANDAS.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA

Antonio Marí

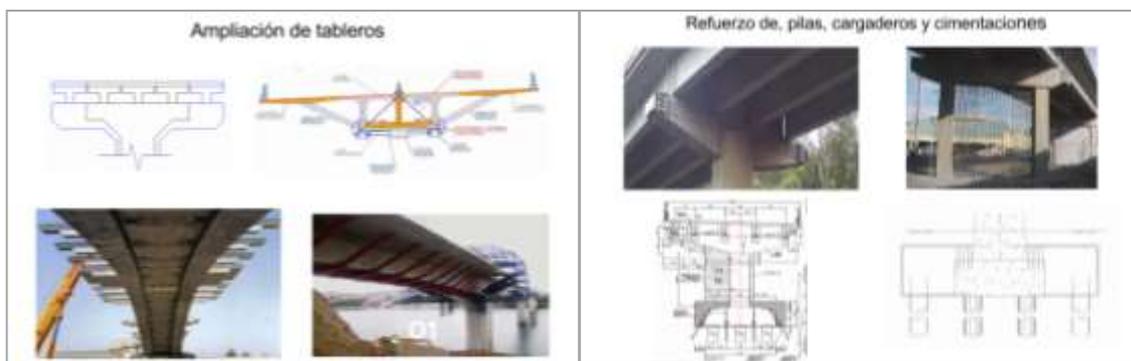


Antonio Marí debatió sobre la adaptación de las estructuras existentes a las nuevas demandas, con algunos ejemplos, que está asociada a:



- La necesidad de remodelar puentes para ampliación de calzadas, adaptación geométrica, aumentar capacidad de carga.
- Mejorar la comodidad para el usuario, reducir problemas de deterioro (supresión de juntas), alargar la vida útil
- Intervenciones complejas que conllevan numerosos cambios en tableros, pilas, cimentaciones y apoyos, así como introducción de cargas, apeos provisionales, demoliciones parciales, recrecidos, refuerzos...
- Minimizar afectación al tráfico, garantizando la seguridad durante la construcción. El refuerzo debe ser construible, con coste y plazo razonables.
- La eficacia y prestaciones de diversas soluciones de intervención debe ser evaluada a fin de poder elegir la actuación más adecuada en cada caso
- Necesidad de disponer herramientas de cálculo capaces de captar los efectos estructurales de muy diversos tipos de intervención

Presentó ejemplos de actuaciones para la adaptación de estructuras para ampliación de tableros y para refuerzo de pilas, cargaderos y cimentaciones

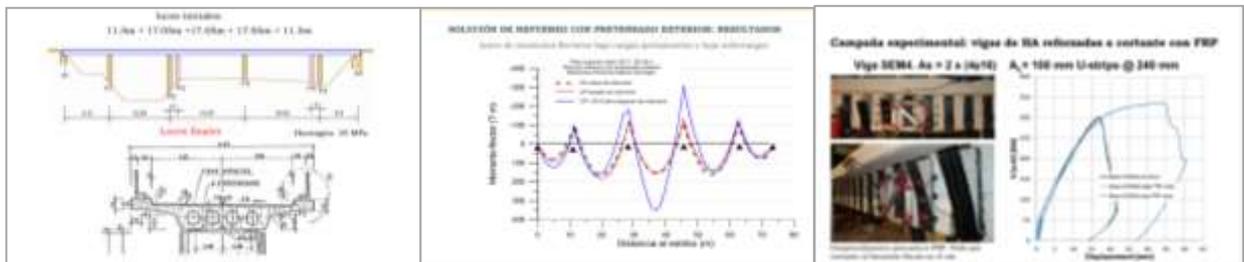


Hizo una revisión de las herramientas de cálculo existentes entre las que destacó el programa CONSHEAR y el programa SATLab .

El primero permite simular recrecido de secciones de hormigón, conexión de nuevos elementos a la estructura original, encolado de chapa metálica, de FRP u otros materiales, pretensado exterior, introducción de cargas mediante gatos, bloqueo de rótulas, conexión rígida entre elementos prefabricados, colocación y retirada de apeos o desplazamiento, colocación o eliminación de apoyos

El segundo permite el análisis no lineal 2D, evolutivo (por fases), el análisis de elementos junta, el estudio de anclaje imperfecto de armaduras, la armadura y figuración distribuida y rotacional, etc.

Presentó como ejemplo de aplicación la remodelación de los pasos superiores de la AP-7 en Girona



Señaló como principales conclusiones del trabajo presentado:

- Capacidad de los métodos numéricos para predecir el comportamiento experimentalmente observado, permitiendo estudiar soluciones alternativas y obtener resultados óptimos
- Importancia de considerar el daño previo o las cargas actuantes durante la remodelación o el refuerzo para evaluar adecuadamente la eficacia y eficiencia de la intervención
- En Regiones D, el método de bielas y tirantes es conservador por no incluir tirantes de hormigón, especialmente para captar el comportamiento en servicio. Necesidad de modelizar adecuadamente las juntas
- Necesidad de anclar bien el refuerzo con FRP, si se quiere alcanzar la carga última proyectada. En el caso de refuerzo a cortante con FRP, el sistema de bielas y tirantes puede cambiar y, si tiene lugar delaminación prematura, puede resultar ineficaz ( $P_u < P_{u0}$ ).

## ¿HACIA DÓNDE DEBE ORIENTARSE LA INNOVACIÓN EN LOS PUERTOS?

### PORT DE BARCELONA

Carles Rúa



Carles Rúa, en su presentación titulada ¿Hacia dónde debe orientarse la innovación en los puertos?, resumió las actividades de innovación desarrolladas por Port de Barcelona. Estas actividades cubren numerosos ámbitos: sostenibilidad, nuevos combustibles, drones, robótica, eficiencia operativa, automatización de terminales, etc.



Presentó distintas innovaciones estratégicas desarrolladas en su mayoría relacionadas con la mejora de la gestión del Puerto.



En su presentación distinguió entre innovación interna orientada a la mejora del mantenimiento y la innovación externa que persigue la mejora del producto que se vende.

Centró su presentación en el análisis de los siguientes temas relacionados con la innovación en los puertos:

- La vertiente marítima de los puertos se ha convertido en una *commodity*. Las principales innovaciones deben llegar por el lado tierra

- El principal problema de las infraestructuras es su gestión; gran parte de la innovación debe llegar por este ámbito

Señaló también que la evolución del mercado es mucho más rápida y ágil que la de la infraestructura, por ello algunas llegan a nacer obsoletas. En este sentido, señaló como posibles causas de esta obsolescencia preconstructiva:

- El peso de la historia
- Criterios de diseño mal orientados
- Sectores implicados (transporte y construcción) poco ágiles
- Lentitud en los ciclos de decisión
- Horizonte de planificación largos
- Estudios de demanda no exhaustivos
- Limitada vigilancia tecnológica

Y señaló la necesidad de prever la evolución futura de la infraestructura para evitar este problema

Finalizó su presentación señalando que en los próximos años puede ver la luz un conjunto de innovaciones disruptivas en transporte para las que nuestras infraestructuras no están preparadas presentando como algunos ejemplos ya existentes como los camiones sin conductor



## SEGUNDA SESIÓN

**Presidencia:** David Prat Soto, Sots Director General d'Infraestructures del Transport Terrestre, Departament de Territori i Sostenibilitat, Generalitat de Catalunya

**Coordinación:** Jesús Rodríguez. Director Gerente. PTEC

**Ponentes:**

- Adaptación de las infraestructuras de transporte existentes al cambio climático. Albert Compte, CEDEX
- Innovación en la Conservación de autopistas. Cesar Peña. Gerente de Obras y Conservación, Abertis Group.
- Innovación en pavimentos. Rodrigo Miró, Catedrático de Caminos, UPC
- Rehabilitación sostenible de pavimentos de carreteras. Antonio Ramírez, Director I+D+i, Sacyr Construcción
- Oportunidades para la I+D+i en infraestructuras del transporte en H2020. Julio Dolado, Representante español en el comité del programa Transportes (H2020), CDTI
- REFINET y la estrategia del sector europeo de la construcción en la I+D+i en infraestructuras del transporte. Miguel Segarra. Jefe del Departamento I+D+i, Dragados. Vicepresidente, ECTP



## ADAPTACIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE EXISTENTES AL CAMBIO.

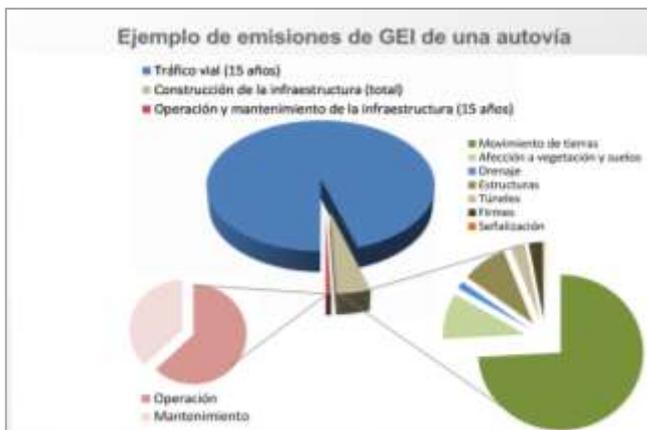
**CEDEX**

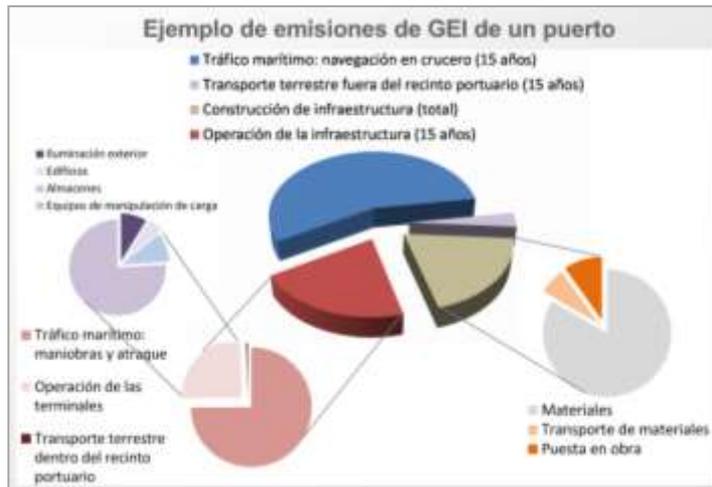
**Albert Compte**



Albert Compte trató en su exposición los aspectos relacionados con la adaptación de las infraestructuras de transporte existentes al cambio climático.

Al inicio de su exposición quiso recordar, no obstante, cuáles son los principales componentes de la construcción y explotación de las infraestructuras de transporte que contribuyen al cambio climático, tomando como referencia el caso de una autovía, de un tramo ferroviario de alta velocidad y de la ampliación de un puerto.





A continuación, presentó el informe sobre necesidades de adaptación al cambio climático de la red troncal de infraestructuras de transporte en España, elaborado por un grupo de trabajo conjunto de los Ministerios de Fomento y de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Entre las conclusiones de este informe señaló que, a corto plazo, el cambio climático debe ser un acicate para reforzar algunas de las prácticas actuales de gestión de la infraestructura existente frente al clima, especialmente frente a fenómenos meteorológicos extremos e incidió en las siguientes actuaciones:

- Completar el desarrollo e implantación de sistemas de alerta meteorológica temprana, en particular en la red de carreteras.
- Realizar evaluaciones de vulnerabilidad y riesgo detalladas en aquellas infraestructuras cuya operación o integridad está previsiblemente más expuesta al cambio climático.
- Revisar los protocolos de vigilancia y mantenimiento actuales, especialmente para infraestructuras lineales (condiciones de drenaje, control de la vegetación, erosión de taludes, erosión de pilas de puentes, etc.).
- Evaluar la idoneidad y efectividad de los planes de contingencia y de información al usuario definidos para emergencias de origen climático

## INNOVACIÓN EN LA CONSERVACIÓN DE AUTOPISTAS

### ABERTIS GROUP



#### César Peña

Cesar Peña debatió sobre la innovación en la conservación de autopistas

Inició su presentación resumiendo la actividad de Abertis, líder mundial en gestión de autopistas de peaje por número de Km.

Las actividades de conservación tienen como

función mantener los elementos que conforman una carretera en el mejor estado posible a lo largo del tiempo. A este respecto, distinguió entre mantenimiento o conservación ordinaria y conservación extraordinaria.



El mantenimiento o conservación ordinaria incluye:

- Actividades destinadas a retrasar todo lo posible el proceso de degradación de las características funcionales o estructurales de los elementos de la carretera.
- Actividades periódicas con frecuencia anual. Incluye limpieza de red de drenaje, jardinería, limpieza interior y exterior, reparación de siniestros y reparaciones menores.

La conservación extraordinaria incluye:

- Actividades cuyo objetivo es llevar a su situación inicial las características de los elementos de la carretera cuando han agotado su vida útil o están próximos a hacerlo.
- Actividades de inspección y auscultación, rehabilitaciones, refuerzos, reconstrucciones y sustitución de elementos.

Presentó distintos ejemplos de innovación en la conservación de autopistas:

- Los sistemas LiDAR permiten obtener información geográfica de forma muy precisa, tanto de los activos de las autopistas como del estado funcional del pavimento (uniformidad, grietas, baches o roderas), generando una nube de puntos 3D
- Nuevos sistemas de inspección de puentes que mediante el uso de sistemas robots por control remoto y técnicas de procesamiento de imagen da solución a la problemática existente con los métodos tradicionales.

- Los nuevos Sistemas de Inspección Inteligentes permiten llegar a zonas antes inaccesibles, minimizar la subjetividad y aumentar la precisión de las inspecciones, reducir el personal necesario y evitar condiciones de trabajo poco seguras.
- Sistemas automáticos de recolección de datos para auscultaciones e inspecciones, basados en el procesado de imágenes digitales y la reconstrucción tridimensional
- Sistemas de Monitorización de Estructuras que permiten evaluar, con la periodicidad deseada, las condiciones dinámicas de la estructura para determinar, localizar y cuantificar los daños en la misma, además de estimar su vida útil.
- Los Sistemas de Gestión de Activos permiten concentrar y unificar la información disponible sobre el estado de los activos y estimar su evolución temporal. La planificación a largo plazo y la posibilidad de establecer diferentes escenarios de conservación permite conseguir una calendarización de actuaciones y optimizar los costes de mantenimiento.



Y señaló como principales retos del sector:

- *Big data* y análisis avanzado
- La adaptación de las autopistas a su uso por vehículos autónomos
- Las *smart highways*

## INNOVACIÓN EN PAVIMENTOS

### UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA

#### Rodrigo Miró



Los aspectos relacionados con la innovación en pavimentos fueron tratados por Rodrigo Miró de la UPC.

Los pavimentos de altas prestaciones deben combinar las características funcionales y la durabilidad.

Señaló como líneas generales de innovación en pavimentos:



- Tipos de mezclas asfálticas
- Condicionantes ambientales
- Nuevas tecnologías

Y presentó distintos ejemplos de innovación en cada una de las líneas identificadas.

En el caso de los tipos de mezclas asfálticas, se señalaron distintos ejemplos como las mezclas densas, drenantes, discontinuas, SMA etc.

Los principales condicionantes ambientales que tienen influencia en el desarrollo de nuevas mezclas asfálticas son el Protocolo de Kyoto (1997) que pretende reducir los gases efecto invernadero ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ) y la eco-eficacia (Takamura, 2001) que pretende evaluar un producto o proceso en términos de ecología y economía, incluyendo distintos parámetros como el consumo de materias primas, el consumo de energía, las emisiones a la atmósfera, los efectos sobre la salud, etc.

Señalo dos líneas de actuación relacionadas con la adaptación de las mezclas asfálticas a los condicionamientos ambientales: el reciclado y reutilización de residuos que redundan en un menor consumo de materias primas, así como de volumen de vertidos, las mezclas a baja temperatura que permiten reducir el consumo de combustible y las emisiones de gases.

Presentó distintos ejemplos de estas líneas de actuación: por una parte, el reciclado en frío con emulsión, el reciclado en planta en caliente, y las mezclas con distintos residuos o subproductos (polvo de neumático, escorias de acería, residuos de construcción y demolición, residuos plásticos, etc); por otra parte, las mezclas templadas y las mezclas semicalientes.



Rodrigo Miró finalizó su exposición presentando algunos casos de innovaciones en pavimentos como pavimentos descontaminantes, pavimentos autorreparables, pavimentos captadores/generadores de energía o pavimentos que se autodiagnostican.



## REHABILITACIÓN SOSTENIBLE DE PAVIMENTOS DE CARRETERAS.

### SACYR CONSTRUCCIÓN

#### Antonio Ramírez

Antonio Ramírez inicio su presentación mostrando las necesidades de inversión en conservación de carreteras según el informe elaborado por la AEC en 2014 y revisó el marco normativo que aplica al reciclado in situ y a la rehabilitación de firmes.

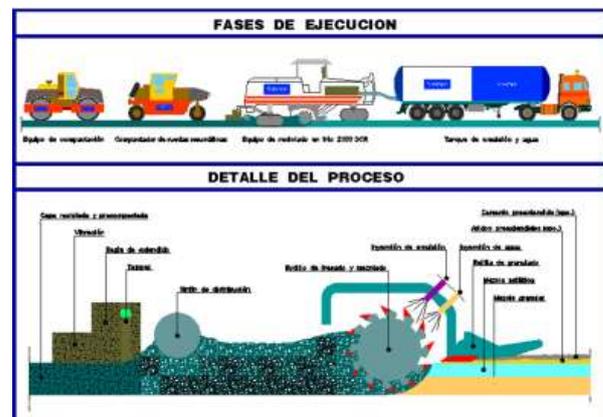
Respecto a la experiencia de SACYR en técnicas de reciclado en frío con emulsión (RFE), señaló como principales problemas de la técnica actual los siguientes:

- Menor aportación estructural.
- Necesidad de un periodo de curado, antes de cubrir con mezclas bituminosas en caliente (MBC).
- Sensibilidad a las condiciones climáticas.
- Regularidad granulométrica no fácil de alcanzar.
- Se precisa homogeneidad en el material a reciclar.



Revisó alguna de las actuaciones llevadas a cabo por su empresa con esta tecnología en el marco del “Desarrollo de una nueva formulación de reciclados en frío con emulsión de mezclas bituminosas con altas prestaciones iniciales para la rehabilitación de firmes en autopistas y carreteras de alta capacidad” financiado por CDTI en el 2005.

También han trabajado en proyectos sobre reciclado en caliente y reciclado templado con emulsión y se presentaron ejemplos de aplicación de cada una de las tecnologías



En el primero de los casos, se ha desarrollado tecnología propia capaz de fabricar reciclado en caliente con plantas discontinuas móviles con tasas de reciclado superiores al 50% a través de un proyecto financiado por CDTI que se llevó a cabo entre los años 2006 y 2008.

En el segundo caso, SACYR ha desarrollado tecnología para la fabricación de mezclas bituminosas recicladas templadas con emulsión a tasa del 100%, aptas para vías de alta capacidad, con bajo consumo energético y emisiones.

Se señalaron como principales ventajas de las tecnologías de reciclado templado con emulsión (RTE), las siguientes:

- Económicas:

- Posibilidad de reutilizar hasta un 100% de RAP
- Maquinaria convencional para la colocación de este nuevo material
- Gradiente térmico menor que las MBC, permite trabajar con mayores distancias de transporte
- Sociales
  - No requieren de tiempo de maduración, lo que hace que se puede abrir al tráfico antes que un reciclado en frío.
  - Prestaciones mecánicas similares a las MBC
  - Mejores condiciones de trabajo.
- Medioambientales
  - No vertederos.
  - Menos necesidades de áridos y ligante.
  - Menos consumo de combustible
  - Menos emisiones.

El reciclado templado con emulsión es una tecnología que se ha desarrollado en el marco de diversos proyectos tanto nacionales (MINECO y CDTI) como internacionales (LIFE, FP7 y CORFO) en los que la compañía ha invertido una cantidad cercana a los 40 M€ hasta el año 2015. En estos proyectos la tecnología desarrollada se ha experimentado en distintos tramos de prueba realizados en el ámbito nacional e internacional



Finalmente, señaló las siguientes conclusiones:

- La combinación correcta de emulsión, aditivos y cemento permite obtener reciclados en frío con emulsión con módulos cercanos a los de una MBC y con un buen comportamiento a fatiga
- Se podría ampliar el campo de aplicación de este tipo de reciclados en frío con emulsión de altas prestaciones a vías de mayor intensidad de tráfico
- El desarrollo de tecnología para tratar materiales procedentes de la recuperación de firmes bituminosos (RAP) y tambores específicos para su calentamiento, permiten ir a tasas de reutilización superiores al 50% en los reciclados en caliente
- El reciclado templado con emulsión, permiten reutilizar hasta un 100% de RAP consiguiendo propiedades similares a una MBC y sin los inconvenientes de un reciclado en frío con emulsión
- Posibles campos de aplicación de reciclado templado con emulsión: los de un reciclado en caliente.

## OPORTUNIDADES PARA LA I+D+I EN INFRAESTRUCTURAS DEL TRANSPORTE EN H2020.

CDTI

Julio Dolado



Julio Dolado, presentó las oportunidades para la I+D+i en infraestructuras del transporte en H2020. Inició su presentación resumiendo las características generales del Programa HORIZONTE 2020.



Señaló el lanzamiento del Plan Juncker que ha reducido el presupuesto asignado a los Retos Sociales definidos en H2020 en 1.049 M€ lo que tendrá un impacto directo en el aumento de la competencia en las próximas convocatorias. Este recorte, se traduce en una reducción de 189,60 millones de € en el caso del *Societal challenges Smart, green and integrated transport*. Analizó la variación relativa del presupuesto asignado a cada prioridad del *societal change* respecto al dato del periodo 2014-2015. Señaló que hay un ligero incremento de presupuesto en la línea de infraestructuras (del entorno del 4%)

Horizonte 2020. Transporte					
	WP 2014/2015		WP 2016/2017		Orientative budget (2016/2017 Vs 2014/2015)
	Nº Topics	Orientative Budget (MEUR)	Nº Topics	Orientative budget (MEUR)	
<b>Mobility for Growth</b>					
Aviation	10	106	7	146	38%
Rail	3	52			-100%
Road	3	89			-100%
Waterborne	4	74	4	78	5%
Safety			6	66	NUEVO
Urban Mobility	5	106,5	5	36	-66%
Logistics	3	50	4	27	-46%
ITS	2	31	3	30	-3%
Infraestructuras	4	36,5	3	38	4%
Socio	7	13,5	6	14,6	8%
<b>A. Road Transport</b>			7	114	NUEVO
<b>Green Vehicles</b>					
SME	8	159	12	206,5	30%
FTI	2	74,83	2	118,8	59%
FTI	1	14,65	1	14,65	0%

Pptos. & Nº Topics Orientativos




Presentó las prioridades correspondientes al área de infraestructuras en 2017:

- *MG-7.1-2017: Resilience to extreme (natural and man-made) events*
- *MG-7.2-2017: Optimisation of transport infrastructure including terminals*
- *MG-7.3-2017: The Port of the future*

que abrirán el próximo 20 de septiembre y tienen fecha de cierre 26 de enero de 2017 (primera fase) y 19 de octubre de 2017 (segunda fase).

Inició en que los aspectos relacionados con el cambio climático adquieren cada vez más importancia tanto en la redacción del *topic* como en la propuesta y quedan recogidos en la evaluación del impacto que incluye *“Any substantial impacts not mentioned in the work programme, that would enhance innovation capacity, create new market opportunities, strengthen competitiveness and growth of companies, address issues related to climate change or the environment, or bring other important benefits for society”*

Señaló como conceptos que podrían ser importantes en el futuro la digitalización, el mantenimiento, las infraestructuras verdes, la seguridad, el coste en el ciclo de vida, el envejecimiento, actualización de infraestructuras, etc.

Señaló el interés de analizar las posibles sinergias entre H2020 y *Connecting Europe Facility* (CEF).

Comentó la implicación de los cambios medioambientales en la resolución de los retos sociales de H2020 planteando que en el documento *“Strategic foresight Towards the third strategic programme of Horizon 2020”* se indica la posibilidad de invertir en “megaproyectos” relacionados con las infraestructuras; teniendo en cuenta las capacidades del sector, se invita a tener un posicionamiento estratégico.

Finalmente presentó la lista de distribución de CDTI que remite información periódica a todos los inscritos sobre las novedades de los distintos programas y animó a los asistentes a inscribirse si no lo habían hecho

## REFINET Y LA ESTRATEGIA DEL SECTOR EUROPEO DE LA CONSTRUCCIÓN EN LA I+D+I EN INFRAESTRUCTURAS DEL TRANSPORTE

### DRAGADOS

Miguel Segarra



Miguel Segarra presentó la *Coordination and Support Action REFINET (Transport programme, H2020)* y la estrategia del sector europeo de la construcción en la I+D+i en infraestructuras del transporte.



También introdujo la Plataforma Tecnológica Europea de la Construcción (ECTP) que acaba de ser reestructurada y que se organiza en una serie de comités.

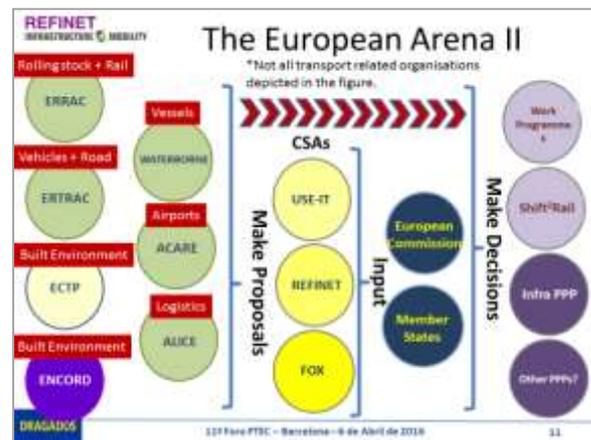
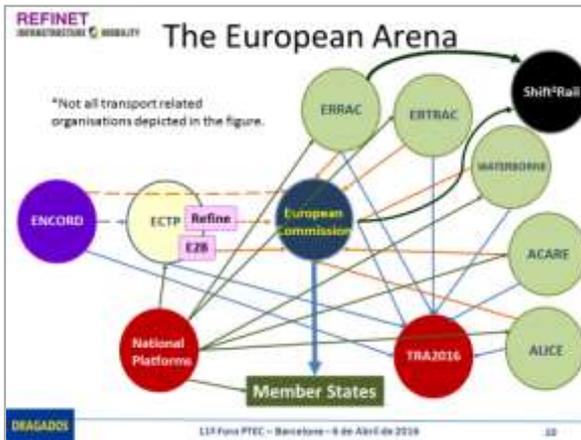
Dragados preside el comité correspondiente a Infraestructuras y Movilidad. Este comité continúa las actividades generadas previamente a través de las iniciativas REFINE (*research for Future Infrastructure Networks*) y *Joint Task Force in R&D&I on Transport Infrastructure*.

REFINE fue una iniciativa que se generó y que se puso en marcha en el seno de la ECTP. Esta iniciativa estaba liderada por la industria y contaba con el apoyo de los distintos agentes involucrados en la I+D+i en las infraestructuras de transporte.

Por su parte la *Joint Task Force* se creó a sugerencia de la Comisión Europea y en ella participaban todas las Plataformas Tecnológicas Europeas relacionadas con el Transporte. Como consecuencia de su trabajo, en junio de 2013 publicó el *Roadmap for Cross-modal Transport Infrastructure Innovation*

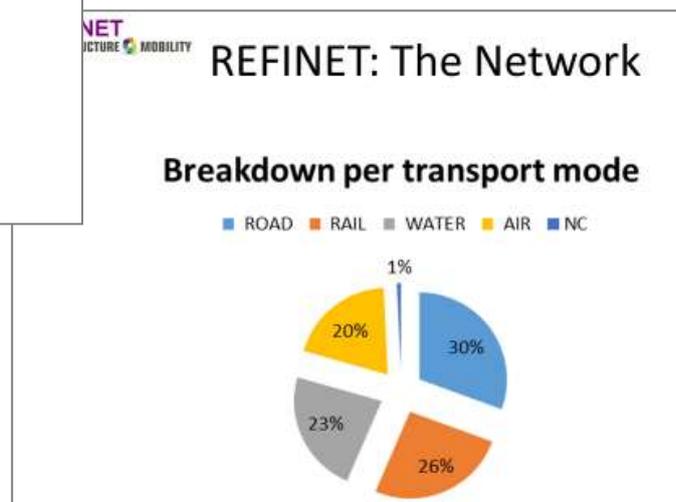
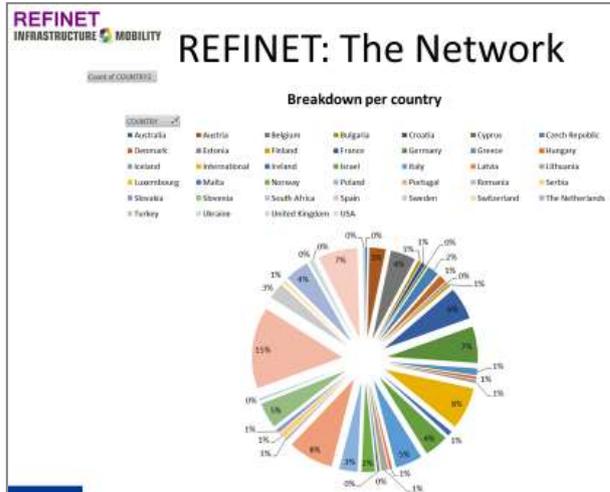
Señaló la cantidad de entidades relacionadas con el transporte (pero no siempre con las infraestructuras) que son interlocutores de la Comisión Europea en la definición de prioridades en los programas de trabajo.

Este hecho justifica la necesidad de promover desde el sector iniciativas capaces de defender la necesidad de desarrollos innovadores en las infraestructuras de transporte.



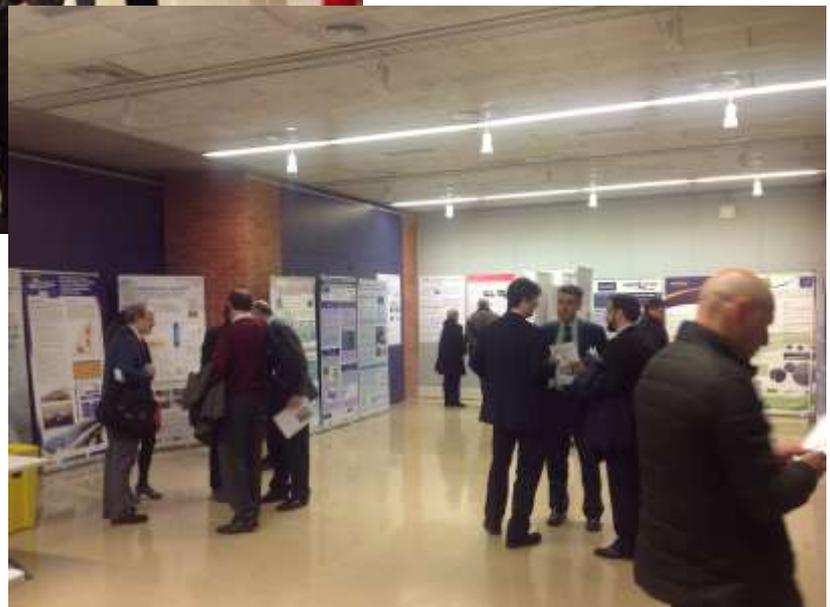
Actualmente, la actividad del Comité de Infraestructuras y Movilidad de la ECTP se organiza en torno al desarrollo de la CSA REFINET que Miguel presentó.

REFINET se ejecuta entre mayo de 2015 y abril de 2017 y coordina una red de expertos en todas las áreas de la infraestructura de transporte que definirán en el marco del proyecto como la como debe ser diseñada, construida o renovada y mantenida la red multimodal de infraestructuras de transporte del futuro.



## SESIÓN DE POSTERS

Se organizó una sesión paralela de posters de proyectos de I+D+i relacionados con la temática del Foro donde se presentaron 22 proyectos de I+D+i relacionados con las infraestructuras de transporte



Los posters están disponibles en la web de la PTEC [www.plataformaptec.es](http://www.plataformaptec.es) en los enlaces siguientes:

CEMOSA	<a href="#"><u>Linear infrastructure efficiency improvement by automated learning and optimised predictive maintenance techniques (INFRALERT).</u></a>
COMSA, TECNALIA	<a href="#"><u>Sistema inteligente, sostenible e integrado de gestión de infraestructuras (SIGGES)</u></a>
COMSA, UPC	<a href="#"><u>Desarrollo de nuevas tecnologías de refuerzo en muros de obra de fábrica con laminados de FRP (MURETEX).</u></a>
C. de Madrid, ACCIONA, AZVI	<a href="#"><u>Uso de materiales más sostenibles para un nuevo concepto de construcción de pavimentos asfálticos (APSE)</u></a>
C. de Madrid, ACCIONA, AZVI	<a href="#"><u>Sistemas de contención con materiales reciclados y caucho de neumáticos fuera de uso (New Jersey)</u></a>

DRAGADOS	<a href="#"><u>Risk Analysis of Infrastructure Networks in response to extreme weather (RAIN)</u></a>
DRAGADOS	<a href="#"><u>Novel Indicators for identifying critical INFRAstructure at RISK from natural hazards (INFRARISK)</u></a>
FYM ITALCEMENTI	<a href="#"><u>Rehabilitación de carril bus con pavimento semiflexible descontaminante.</u></a>
OSSA, UPM ITAINNOVA	<a href="#"><u>Mejora competitiva del ciclo de perforación y voladura en minería y obras subterráneas, mediante la concepción de nuevas técnicas de ingeniería, explosivos, prototipos y herramientas avanzadas (TUÑEL)</u></a>
SACYR, CEDEX, C. Madrid	<a href="#"><u>Self-sustaining urban roads: A way to improve environmental performance of urban areas (LIFESURE)</u></a>
SACYR, ACCIONA, CEMOSA	<a href="#"><u>Desarrollo de nuevas técnicas y sistemas de información para la Rehabilitación sostenible de Pavimentos de carreteras (REPARA 2.0)</u></a>
SERVIÀ CANTÓ	<a href="#"><u>New self-healing asphalt agglomerate for more durability and low maintenance of surface roads (E1 8046 ASPHALTGEN)</u></a>
SERVIÀ CANTÓ	<a href="#"><u>Assessment and mitigation of nano-enabled product risks on human and environmental health: Development of new strategies and creation of a digital guidance tool for nanotech industries (GUIDEnano)</u></a>
TECNALIA, DRAGADOS, C. Madrid	<a href="#"><u>Desarrollo de una solución rápida y eficiente para extender la vida útil de puentes metálicos (FASSTbridge)</u></a>
UC3M	<a href="#"><u>ROBotic System with Intelligent Vision and Control for Tunnel Structural INSPECTION and Evaluation.(ROBO-SPECT)</u></a>
UC3M	<a href="#"><u>STAMS. Long-term Stability Assessment and Monitoring of Flooded Shafts (STAMS)</u></a>
UNICAN, ADIF, ACCIONA	<a href="#"><u>Material elastomérico ecológico “ECO-FRIENDLY” procedente de neumáticos fuera de uso mezclado con resina de unión orgánica para aplicaciones ferroviarias (RECYTRACK)</u></a>
UPC	<a href="#"><u>Evaluación de los efectos estructurales del deterioro, reparación y refuerzo. Modelo teórico y verificación experimental (ADRESS)</u></a>
UPC, COMSA, VIAS	<a href="#"><u>Árido siderúrgico en capa de sub-base y de forma en plataformas ferroviarias (ASICAP)</u></a>
VIAS, ADIF, CARTIF	<a href="#"><u>Development of a Smart Framework based on Knowledge to Support Infrastructure Maintenance Decisions in Railway Corridors (OPTIRAIL)</u></a>
VIAS, CARTIF	<a href="#"><u>LCAenvironmental footprints and intelligent analysis for the rail infrastructure construction sector. (LIFE HUELLAS)</u></a>
VIAS, LEITAT	<a href="#"><u>Recovery and utilization of energy from vibrations produced on railway tracks.(REVIFE)</u></a>

## AGRADECIMIENTOS

PTEC agradece las colaboraciones recibidas para la organización y el desarrollo de este Foro desde muchas entidades, además de los miembros de la PTEC, entre las que se citan:

- Al Ministerio de Economía y Competitividad que cofinancia el desarrollo de la actividad
- A la Universitat Politècnica de Catalunya por el apoyo en la organización del evento y a su Rector que inauguró la jornada
- Al Secretari de Territori i Mobilitat del Departament de Territori i Sostenibilitat, de la Generalitat de Catalunya
- A la Tinenta de alcaldesa d'Ecologia, Urbanisme i Mobilitat del Ajuntament de Barcelona
- A la Rigidora de Mobilitat del Ajuntament de Barcelona
- Al Sots Director General d'Infraestructures del Transport Terrestre de la Generalitat de Catalunya
- A todos los ponentes y los participantes con posters, especialmente los que no son miembros de la PTEC

## CONTACTO

Plataforma Tecnológica Española de Construcción

c/ Jenner 3, 1ª izquierda

28010 Madrid

Telf.: (+34) 91 3085667

[www.plataformaptec.es](http://www.plataformaptec.es)

### **DIRECTOR-GERENTE**

Jesús Rodríguez Santiago

[director@plataformaptec.es](mailto:director@plataformaptec.es)

### **SECRETARÍA**

Elena Gayo Moncó

[ptec@plataformaptec.es](mailto:ptec@plataformaptec.es)