INFORME

14º FORO PTEC
LA INNOVACIÓN EN LAS INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE

Madrid, 21 de noviembre de 2017

ORGANIZADORES

COFINANCIADO POR

ENERO 2018

PTEC

INDICE

Antecedentes 3

Objetivos 5

Algunos datos sobre la participación 5

Sesión de apertura 7

Primera sesión: Estrategias de I+D+i en las infraestructuras de transporte 9

Segunda sesión: Innovaciones en proyecto, obras y servicios ejecutados en infraestructuras del transporte 26

Sesión de clausura 60

Sesión de posters 61

Agradecimientos 64

Contacto 64

Antecedentes

El 14º Foro PTEC sobre la innovación en las infraestructuras de transporte se celebró en Madrid el 21 de noviembre de 2017 con la colaboración del Colegio de Ingenieros de Caminos a través de su Comisión de Docencia a Investigación.

Este Foro, promovido desde el GT Infraestructuras de Transporte, es el cuarto organizado por la PTEC en el ámbito de las infraestructuras de transporte, habiéndose celebrado previamente, el 2º Foro en 2013 en Madrid, el 7º Foro en 2014 en Málaga y el 11º Foro en 2016 en Barcelona.

El Foro se estructuró en torno a dos sesiones, la primera de ellas orientada a debatir sobre el futuro de la I+D+i aplicada a las infraestructuras y la segunda a la presentación de casos reales de aplicaciones innovadoras. Además, se organizó una sesión paralela de posters en la que se exhibieron 25 proyectos de I+D+i relacionados con las infraestructuras de transporte.

Para la organización del 14º Foro PTEC, se contó con un comité organizador compuesto por representantes de PTEC, CEMOSA, CICCP, INECO, DRAGADOS, SACYR, TECNALIA y VIAS.

Este informe resume los principales temas tratados en el Foro. Las presentaciones en pdf y los videos están disponibles en la web de la PTEC, en los siguientes enlaces:

Sesión de apertura	Video	
Fast Forward –Rethinking mobility in times of disruptive change	Video no disponible	Presentación
Infraestructuras portuarias	Video	Presentación
La experiencia de la Compra Pública de Innovación en el Ayuntamiento de Madrid	Video	Presentación
Visión sobre el desarrollo futuro de las infraestructuras viarias a través de los proyectos de I+D+I.	Video	Presentación
Hyperloop: el futuro del transporte	Video	Presentación
El futuro de la I+D+i en las infraestructuras del transporte visto desde la Plataforma Europea de la Construcción ECTP	Video no disponible	Presentación
La innovación en infraestructuras de transporte mediante el instrumento financiero CEF de la Unión Europea	Video	Presentación
Empleo de la metodología BIM en infraestructuras de transporte y su relación con el cambio de modelo de negocio	Video	Presentación

Algunos ejemplos especiales de evaluación de la durabilidad en el proyecto, construcción y reparación de estructuras	Video	Presentación
¿Preparado para dar una vuelta por el Proyecto Crossrail de Ferrovial? Aspectos innovadores en la construcción de túneles	Video	Presentación
Innovaciones en la construcción del puente atirantado de Talavera de la Reina	Video	Presentación
Herramientas innovadoras para el diseño y mantenimiento de infraestructuras	Video	Presentación
Centro de Control Integral para Gestión de Concesiones	Video	Presentación
Captura masiva de datos para gestión de las infraestructuras	Video	Presentación
Debate	Video	
Sesión de clausura	Video	
Sesión de posters	Video	

Objetivos

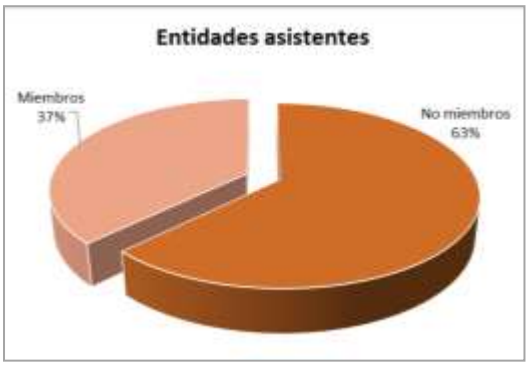
- Dar a conocer la Plataforma a entidades públicas y privadas
- Favorecer la participación de entidades de la región, tanto los que pertenecen a la PTEC como aquellos otros que no siendo miembros de la PTEC están interesados en la innovación en construcción.
- Debatir sobre los retos identificados en la innovación en las infraestructuras de transporte y presentar resultados de proyectos relacionados con estas áreas.
- Identificar nuevas líneas de trabajo en innovación para el futuro de las infraestructuras
- Conocer casos de innovación en obras reales
- Favorecer el *networking* entre los miembros de la PTEC y otras entidades interesadas en la innovación

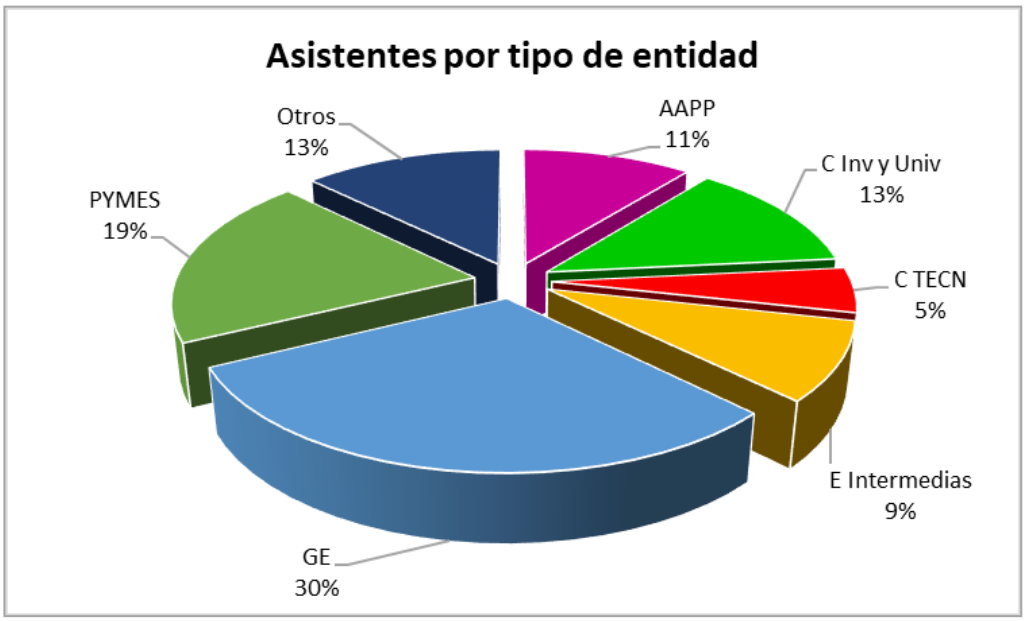
Algunos datos sobre la participación

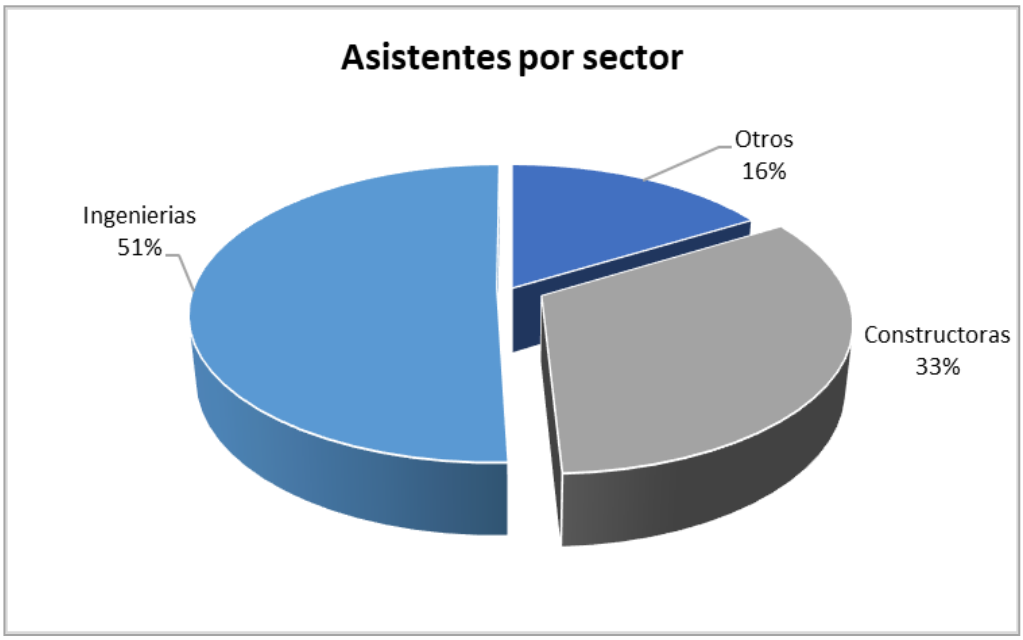
Se resumen los datos más destacables de la participación:

- A la jornada asistieron 158 personas de 107 entidades distintas siendo más elevada la participación de entidades no miembros de la PTEC
- Los asistentes mayoritariamente procedían de Madrid
- Hubo una alta participación de empresas, tanto grandes como PYMES
- Por sectores, hubo una participación muy alta de ingenierías seguido de constructoras

Las siguientes figuras ilustran estos datos.




Asistentes por tipo de entidad
Otros
13%
AAPP
11%
C Inv y Univ
13%
PYMES
19%
C TECN
5%
E Intermedias
9%
GE
30%


Asistentes por sector
Otros
16%
Ingenierias
51%
Constructoras
33%

Sesión de apertura

Manuel Niño. Secretario General de Infraestructuras. Ministerio de Fomento

José Javier Díez Roncero. Secretario General. Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos

Juan Lazcano Presidente Fundación PTEC

Conferencia: *Fast Forward –Rethinking mobility in times of disruptive change.* Gereon Uerz, Foresight & Research & Innovation, Arup

La Sesión de apertura se inició con el Director Gerente de PTEC que presentó a la Mesa formada por Manuel Niño, Secretario General de Infraestructuras, Ministerio de Fomento, José Javier Díez Roncero, Secretario General del CICCP y Juan Lazcano, presidente de la Fundación PTEC.

José Javier Díez Roncero incidió en la necesidad de integrar y coordinar la innovación en las infraestructuras e incentivar la colaboración del sector privado desde todas las instituciones. Explicó que en el CICCP también van a dedicar atención a este tema. Informó sobre el Plan Estratégico del Colegio en el que se ha incluido un eje sobre innovación. Destacó la importancia de este evento como Foro de difusión que pretende poner en común las actuaciones de I+ D +i en infraestructuras

Juan Lazcano presentó las principales actuaciones que desarrolla la PTEC. Explicó los Foros organizados recientemente por la PTEC, entendiendo estas jornadas como herramientas para poner en común actuaciones de I+D+i en una determinada área y para acercarse a entidades públicas y privadas ajenas a la Plataforma. Incidió en la necesidad en mantener y mejorar las infraestructuras como elemento necesario para favorecer el crecimiento. Señaló la necesidad de inversiones, pero también de políticas de I+D+i para disponer de infraestructuras competitivas capaces de abordar los retos del futuro.

Informó también sobre la Agenda Estratégica de Investigación AEI PTEC 2018-2020 recientemente elaborada en PTEC. En especial, resumió las principales prioridades identificadas en la misma relacionadas con las infraestructuras del transporte, que cubren toda la vida útil de las infraestructuras, e incidió sobre la necesidad de que el sector esté suficientemente reconocido tanto en el próximo Plan Nacional como en el 9º Programa Marco de la UE. Finalizó su presentación explicando que es la Plataforma e invitando a los asistentes no miembros a unirse a la PTEC.

Manuel Niño, presentó el Plan de Innovación para el transporte y las infraestructuras recientemente presentado por el Ministro de Fomento ante la Comisión de Infraestructuras del Congreso y que constituye la hoja de ruta para el Ministerio en los próximos años.

Este Plan presenta un punto de inflexión y un decidido empuje a las actuaciones de innovación tecnológica desde el Ministerio que ya tiene en marcha distintas iniciativas relacionadas con la digitalización, los nuevos materiales, la eficiencia energética, la incorporación de nuevas tecnologías o la mejora de calidad ambiental, por ejemplo.

Señaló como objetivos dar un mejor servicio a los ciudadanos, logar una mayor eficiencia energética y sostenibilidad medioambiental, y mejorar la eficiencia en costes. Destacó la puesta en marcha desde el Ministerio del procedimiento de CPI para resolver el problema de las nieblas en la A8 en la provincia de Lugo.

La apertura de la jornada finalizó con la conferencia sobre movilidad en tiempos de cambio "*Fast Forward –Rethinking mobility in times of disruptive change*" que corrió a cargo de Gereon Uerz de *Foresight & Research & Innovation, Arup*. Esta presentación revisó los cambios de comportamiento y las necesidades de la población que tiene influencia directa en los transportes del futuro.

Gereon Uerz presentó las cuatro tendencias clave complementarias e interdependientes están impulsando el futuro de la movilidad global: descarbonización del sector del transporte (también conocido como electrificación del tren motriz), conectividad ("internet de la movilidad"), automatización del transporte (vehículos autónomos) y MaaS (movilidad como servicio).

La transformación del ecosistema de movilidad tal como la conocemos será masiva y conlleva importantes desafíos y oportunidades para los proveedores de transporte, los municipios, la regulación y las infraestructuras.

Presentó una visión general de mayor nivel sobre las tendencias, impulsores y estudios de casos que transforman el sistema de movilidad / transporte en este momento, proporcionando una visión para el ecosistema móvil dentro de 20 años y resaltando los desafíos más relevantes a ser abordados en el corto y mediano término.

ENLACES A LA DOCUMENTACIÓN

Intervención de Juan Lazcano. Fundación PTEC

Intervención de Manuel Niño. Ministerio de Fomento

Video de la sesión de apertura

Presentación de ARUP

Primera sesión: Estrategias de I+D+i en las infraestructuras de transporte

Presidencia: Francisco Javier Martín Carrasco. Director Escuela ICCCP-UPM

Coordinación: Jesús Rodríguez. Director Gerente. PTEC

Ponentes

- Infraestructuras portuarias. Manuel Arana Burgos. Subdirector de Planificación e Infraestructuras. Puertos del Estado

- La experiencia de la Compra Pública de Innovación en el Ayuntamiento de Madrid. José Javier Rodríguez Hernández. Subdirector General de Innovación y Ciudad Inteligente. Ayuntamiento de Madrid

- Visión sobre el desarrollo futuro de las infraestructuras viarias a través de los proyectos de I+D+I. Jesús Isoird. Tecnalia

- Hyperloop: el futuro del transporte. Daniel Orient. CTO. Zeleros

- El futuro de la I+D+i en las infraestructuras del transporte visto desde la Plataforma Europea de la Construcción ECTP. Miguel Segarra. DRAGADOS

INFRAESTRUCTURAS PORTUARIAS

Puertos del Estado

Manuel Arana

Manuel Arana inició su presentación señalando que, tras el significativo esfuerzo inversor llevado a cabo durante la década pasada, con grandes ampliaciones desarrolladas en casi todos los puertos de interés general, entiende que el futuro en los próximos años pasa, en gran medida, no tanto por generación masiva de capacidad, sino por proyectos que den soluciones particulares a problemas concretos y, consecuentemente, la innovación deberá jugar un papel primordial en este escenario.

En este sentido, su presentación se enfocó a la presentación de las líneas estratégicas que deben regir la gestión de las infraestructuras portuarias en el futuro e incluyó algunos ejemplos de innovaciones llevadas a cabo.

En lo que aplica a la normativa, señaló que en Puertos del Estado es de aplicación el programa ROM *Recomendaciones de Obras Marítimas* que empezó en la década de los 80. Señaló la clara apuesta de métodos probabilísticos para el diseño de infraestructuras portuarias. Inicialmente, estos cálculos se han aplicado al estudio de variables océano meteorológicas y su relación con el comportamiento hidráulico de las infraestructuras. Sin embargo, queda aún mucho campo de trabajo en esta área relacionado con la modelización de distintos parámetros, por ejemplo, los relacionados con el comportamiento geotécnico

Igualmente, explicó que el siguiente paso es la aprobación de la ROM de diques, actualmente en proceso de redacción donde se define un proceso que diseñe las infraestructuras no solo desde el punto de vista de su estabilidad sino también desde el punto de vista de sus parámetros esperables de rentabilidad y sostenibilidad financiera. Este conocimiento abrirá nuevas políticas de inversión, que, en función de las características de la obra, podrían estar basadas en grandes inversiones en primer establecimiento y muy poco mantenimiento o menores inversiones en primer establecimiento y un mayor esfuerzo durante toda la fase de explotación en cuanto a políticas de mantenimiento que habrá que conocer y acotar.

Existe una clara necesidad de adaptarse a nuevos requerimientos que marca la demanda, que, en su caso, no está marcada por los puertos, ni siquiera a nivel normativo. Ejemplo de esta adaptación ha sido el claro crecimiento del tamaño de los buques en los últimos años, que ha requerido la adaptación de los puertos. Como ejemplo, presentó el caso de la terminal de ferris y cruceros del Puerto de Ibiza en la que se combina el tamaño de la infraestructura con las condiciones de explotación de la misma

Otra línea estratégica es el diseño de nuevos productos. Presentó distintos ejemplos de patentes de empresas españolas referidas al diseño de piezas prefabricadas, tales como el CUBÍPODO, el bloque BETA o el bloque BARA.

En lo relacionado con los nuevos materiales, algunos de los principales objetivos son:

- La mejora de la durabilidad de los materiales
- Los hormigones de alta densidad
- La reutilización de materiales
- Los nuevos materiales

Finalizó su presentación presentando distintos ejemplos de nuevas tipologías en diques flotantes, diques verticales o pilotes.

Más información:

Acceso a la presentación

Acceso al video

LA EXPERIENCIA DE LA COMPRA PÚBLICA DE INNOVACIÓN EN EL AYUNTAMIENTO DE MADRID

Ayuntamiento de Madrid

José Javier Rodríguez Hernández

La Compra Pública de Innovación es un mecanismo clave de fomento de la demanda de I+D+i. El Ayuntamiento de Madrid ha iniciado un programa de Compra Pública de Innovación de alcance general. En su exposición, José Javier Rodríguez presentó el contenido del citado programa, los desafíos organizativos, técnicos y jurídicos que ha planteado y el estado actual del mismo.

Madrid tiene un Programa de CPI desde el año 2016 con un presupuesto de 7 M€ en 2016 que bajó a 3 M€ en 2017 básicamente por las dificultades que están encontrando para su implementación.

La CPI ha tenido una regulación bastante precaria en la anterior Ley de Contratos. La aprobación de la nueva Ley de contratos supone algunas mejoras en lo relacionado con la CPI, incluyendo como novedades:

- Art. 8. Negocios y contratos excluidos en el ámbito de la investigación, el desarrollo y la innovación
- Art. 115. Consultas Preliminares al Mercado
- Art. 177 a 182. Asociación para la Innovación

Para acometer los procesos de Compra Publica, el Ayuntamiento ha definido dos procedimientos. Un procedimiento interno que intenta obtener un mapa de demanda temprana dentro de la administración y un procedimiento externo llamado INNOCASTING en el que empresas y grupos de investigación puedan presentar sus resultados innovadores al Ayuntamiento a través de un cauce formalizado que puedan generar un proceso de CPI.

En el caso del procedimiento interno, una de las principales barreras identificadas es la falta de cultura innovadora dentro de la administración.

El programa se está desarrollando con fondos propios. Además, han desarrollado una priorización de proyectos. Actualmente, están priorizando proyectos de calidad del aire y de gestión de residuos.

Respecto a la experiencia del Ayuntamiento en la implantación de CPI, señaló las siguientes barreras:

- Dificultad para definir el procedimiento idóneo de contratación (contratación de innovación vs contratación ordinaria)
- Dificultad para construir el mapa de demanda temprana. Cultura de la innovación
- Innocasting: el mercado propone productos, más que procesos de innovación
- Largos periodos de maduración
- Fuera de la ley de contratos. Es necesario definir con mucho detalle el funcionamiento del contrato en dos ámbitos
    - Administrativo: preparación y adjudicación
    - Privado: ejecución y extinción
- Dificultad definición de solvencias, sobre todo en startups
- Gestión de riesgos
- Reparto de los resultados de la I+D+i

Finalizó su ponencia presentando distintos ejemplos de CPI llevados a cabo en el Ayuntamiento:

- EMT: sistema de ayuda a la conducción eficiente
- Madrid Destino: sistema no intrusivo de control de aforos

Además, tienen en fase de preparación:

- Sistema de interpretación automatizada del lenguaje de signos
- Sistema de medida de nanopartículas para la evaluación de la calidad del aire
- Sistema de control de emisiones de gases en Valdemingómez

Más información:

Acceso a la presentación

Acceso al video

VISIÓN SOBRE EL DESARROLLO FUTURO DE LAS INFRAESTRUCTURAS VIARIAS A TRAVÉS DE LOS PROYECTOS DE I+D+I

TECNALIA

Jesús Isoird

Las infraestructuras viarias son un elemento fundamental en el sistema de transporte y la red de infraestructuras. A través de los numerosos proyectos de I+D+I que se están desarrollando en estos momentos, tanto a nivel europeo (H2020 – Mobility for Growth e Infravation como a nivel nacional (CIEN / Interconnecta), se desarrollan nuevas tecnologías y conceptos que van a impactar y modificar la forma en la que diseñamos, construimos, operamos y mantenemos estas infraestructuras. Así mismo, estos desarrollos mejoraran la sostenibilidad, rendimiento, seguridad, accesibilidad y economía de la red de infraestructuras. Jesus Isoird presentó un recorrido a través de los proyectos más significativos dando una visión de las tecnologías más relevantes y cómo impactarán en las infraestructuras viarias.

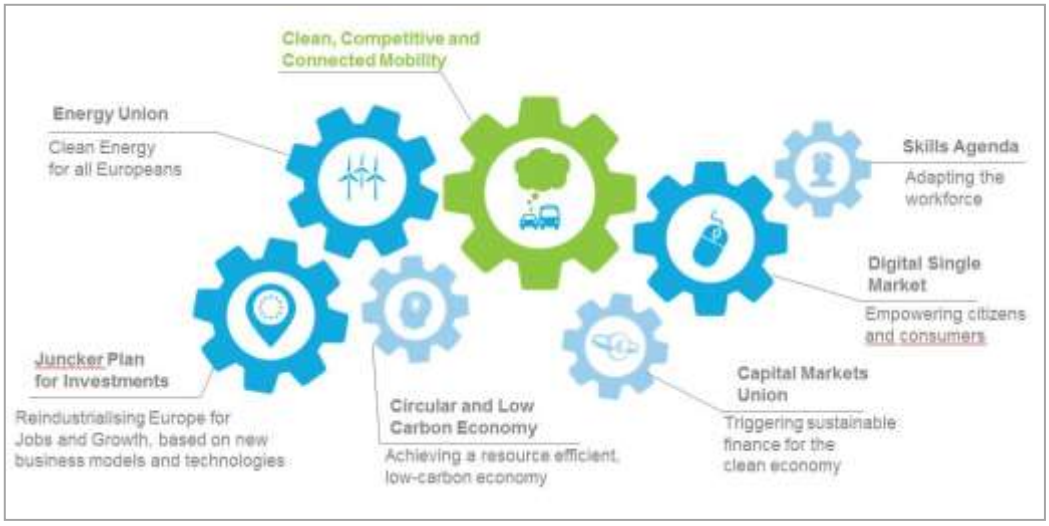
Inició su presentación con tres niveles de aproximación a la temática de su ponencia:

- Estados Unidos, a través de la *Federal Highway Administation,* que desde hace más de quince años tiene un foco específico en las infraestructuras viarias tanto en la definición de retos como en la financiación de proyectos específicos.
- Corea que lleva invertidos más de 50 M€ en el ámbito de las infraestructuras viarias en los últimos 8/9 años con un enfoque muy digital.
- España, con el Plan de Innovación de Infraestructuras y Transportes del ministerio de Fomento.

En relación con la visión europea, señaló la reciente comunicación *Europe on the move* que incluye como driver fundamental todo lo que tiene que ver con la descarbonización del sector transporte y la energía. Por otra parte, la CE ha publicado recientemente seis roadmaps tecnológicos que están alineados con este mismo planteamiento:

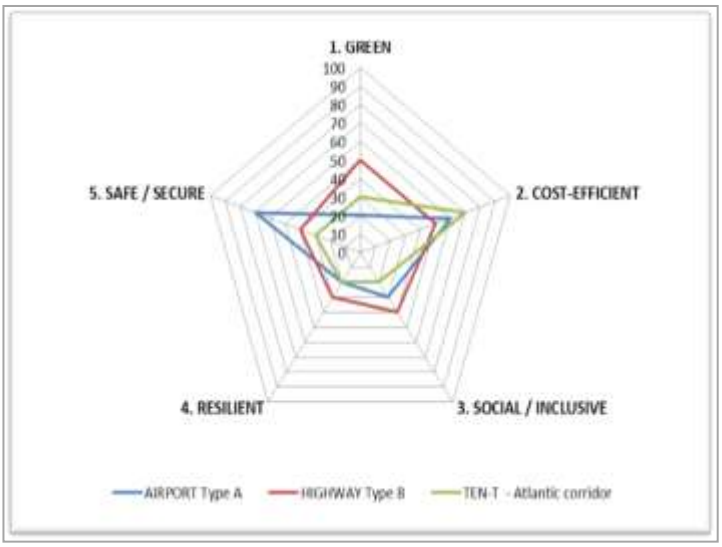
- Acelerar el paso a una movilidad limpia y sostenible

- Garantizar un mercado interior justo y competitivo para el transporte por carretera
- Aprovechar las ventajas de la digitalización, la automatización y los servicios de movilidad inteligentes
- Invertir en una infraestructura de movilidad moderna



Para resumir la visión europea por parte de la industria, se refirió al trabajo que se está desarrollando en la Plataforma Europea de Transporte por Carretera ERTRAC en el que se plantean tres escenarios de desarrollo: la carretera adaptable, la carretera resiliente y la carretera automatizada.

Así mismo, destacó el trabajo desarrollado en el marco de la CSA REFINET en la que han participado DRAGADOS TECNALIA y PTEC. En este proyecto se han intentado agrupar los proyectos de I+D+i en torno a cinco ejes: seguridad, resiliencia, aspectos sociales e inclusivos, sostenibilidad, coste eficiencia.



En la segunda parte de la presentación mostró el posicionamiento del sector a partir del análisis de los proyectos de I+D+i financiados en los ejes de seguridad, sostenibilidad, resiliencia y coste/eficiencia señalando la participación de entidades españolas en la mayoría de ellos

Finalizó su presentación exponiendo las siguientes conclusiones:

- La PTEC y el sector español tienen una posición de liderazgo a nivel europeo en materia de I+D+I.
- Existe un claro desbalanceo en el número de proyectos relevantes (por tamaño e impacto) a nivel nacional y europeo.
- Europa carece de una visión integrada y plan de desarrollo específico en materia de I+D+I para las infraestructuras viales y es un déficit comparado por ejemplo a EEUU, aunque TRIMIS es un primer movimiento a mejorar este aspecto.
- Existe un gran número de proyectos que podrían beneficiarse y mejorar el impacto si hubiera una acción coordinada entre ellos.
- En el marco del H2020, (2018-2020) las áreas de inversión en I+D+I en el ámbito del transporte prevén una muy baja inversión en infraestructuras. El sector debe de ganar en posicionamiento para dar continuidad a las líneas de investigación prioritarias.
- Menos del 5% del presupuesto de H2020 tiene una orientación hacia la mejora de las infraestructuras viarias.

Más información:

Acceso a la presentación

Acceso al video

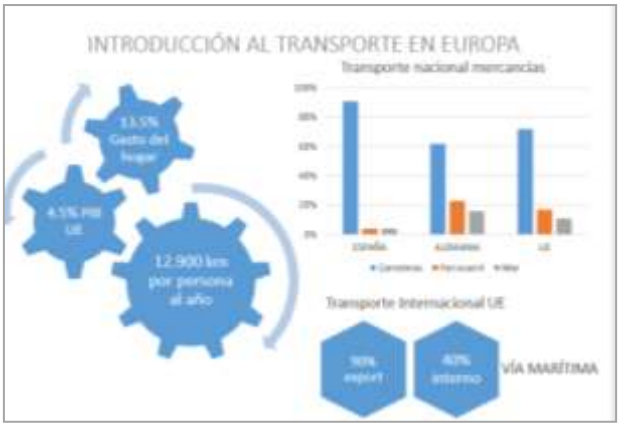
HYPERLOOP: EL FUTURO DEL TRANSPORTE

ZELEROS

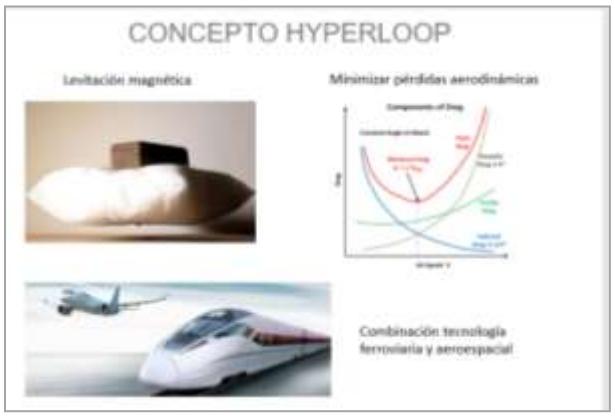
Daniel Orient

Hyperloop es un concepto de transporte terrestre sostenible basado en un sistema de tubos de acero a baja presión por los cuales circulan unas cápsulas (los pods) a velocidades de 1000 km/h y con capacidad para el transporte de pasajeros o carga, haciendo posibles conexiones industriales como Algeciras - Hamburgo en sólo 3 horas, o Madrid - París en 1h. Entre los retos tecnológicos destaca el de la infraestructura: el mantenimiento de las bajas presiones en largas distancias, el diseño de trazados ante diferentes orografías, así como el diseño de la infraestructura para conseguir minimizar el consumo energético y maximizar la vida útil y la integración con el paisaje son algunos de los retos a resolver. Durante la ponencia, Daniel Orient, director técnico del proyecto, abordó estos temas en los que la empresa ya está trabajando.

Inició su presentación refiriéndose al transporte en Europa, que representa el segundo gasto más importante en el hogar lo que supone que aproximadamente un 4,5% del PIB en Europa se vaya a invertir en infraestructuras.



La apuesta de Europa es el desarrollo de una red de transportes intermodales, flexibles y sostenibles que conecten todos los países. Desde el punto de vista de los usuarios, la apuesta se dirige hacia los transportes de alta velocidad, lo que dispara los consumos energéticos. En este contexto, surge Hyperloop como respuesta a la necesidad de los usuarios manteniendo consumos energéticos moderados.



Los dos conceptos que se manejan en la definición de Hyperloop son la levitación magnética, que ya se aplica en trenes de alta velocidad, y la reducción de las pérdidas aerodinámicas mediante vacío que relaciona este transporte con la tecnología aeroespacial.

En lo que se refiere a las infraestructuras, Daniel Orient presentó dos posibilidades. En la primera, el tubo estaría en la superficie terrestre apoyado sobre pilones. Las principales ventajas de esta posibilidad serian:

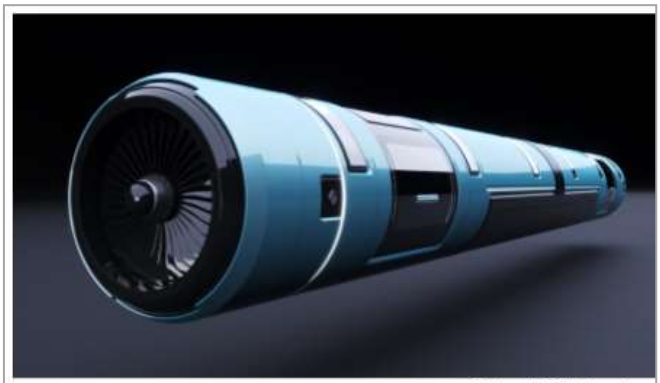
- Coste reducido
- Obra civil sencilla
- Resistente a terremotos
- Aprovechamiento energía solar

Por el contrario, presentaría como inconvenientes el impacto visual y medioambiental, la difícil integración en ciudades y las posibles dilataciones térmicas que podría sufrir el tubo.

La alternativa a esta opción sería construirlo enterrado o sumergido. Las principales ventajas en este caso son:

- Temperatura estable
- Invisible al ciudadano
- Sin expropiaciones
- Integración en ciudades
- Reducción de fugas

En este caso, los costes serían elevados y tanto la obra civil como su posterior mantenimiento serían complejos. Además, sería necesario considerar la posible interacción con el tráfico marítimo, así como la disposición de las salidas de emergencia.


Primer diseño Hyperloop

Primer prototipo Hyperloop

Los fundadores de ZELEROS presentaron una propuesta para el vehículo que obtuvo el premio a mejor diseño conceptual y mejor sistema de propulsión en la competición internacional organizada por SpaceX (empresa aeroespacial de Elon Musk) en Estados Unidos. Posteriormente, desarrollaron un primer prototipo que es capaz de alcanzar 250 Km/h y siempre en las condiciones de Hyperloop de vacío y alta velocidad

ZELEROS es experto en la tecnología y, por eso, actualmente están buscando colaboraciones para el desarrollo de la infraestructura. Ellos se han centrado en la levitación y, en este sentido están desarrollando test electromagnéticos con carga

Además, están desarrollando estudios de viabilidad para transferir las tecnologías desarrolladas a otros sectores industriales.

Más información:

Acceso a la presentación

Acceso al video

EL FUTURO DE LA I+D+I EN LAS INFRAESTRUCTURAS DEL TRANSPORTE VISTO DESDE LA PLATAFORMA EUROPEA DE LA CONSTRUCCIÓN ECTP

DRAGADOS

Miguel Segarra

Durante los últimos años, uno de los objetivos del *ECTP Infrastructure & Mobility Committee* ha sido el de evidenciar que el sector de las infraestructuras de transporte se enfrenta a corto y medio plazo a una serie de retos y cambios que sólo podremos afrontar desde la perspectiva de la investigación colaborativa internacional. Por un lado, porque se está produciendo un cambio tecnológico en el sector que transformará la forma en que se diseña y construye (fundamentalmente por la irrupción de la digitalización en el sector y posteriormente por la construcción industrializada) y por otro lado, porque existen factores externos que impondrán nuevos requisitos sobre la infraestructura (mayores exigencias de funcionalidad y durabilidad para la infraestructuras, el advenimiento de los vehículos autónomos y la llegada de nuevos servicios de transporte entre otros). La ECTP trata de prever la llegada de estos cambios y de preparar un plan de desarrollo de actividades de investigación que permita desarrollar las infraestructuras de transporte que necesitamos para el futuro. Ejemplo de estos trabajos es la iniciativa CSA REFINET, financiada por la UE y recientemente concluida, lanzada con el objetivo de unificar una visión europea sobre como especificar, diseñar, construir, renovar y mantener las infraestructuras de transporte del futuro. Este trabajo de la ECTP, junto al de otras organizaciones similares, debe servir para conformar el próximo programa marco "FP9" de la UE.

Miguel Segarra presentó la Plataforma Europea de Construcción ECTP que está organizada en cinco comités: materiales y sostenibilidad; energía y eficiencia en edificación; envejecimiento activo; patrimonio; infraestructuras y movilidad, limitándose a revisar las actuaciones de este último comité que él preside.

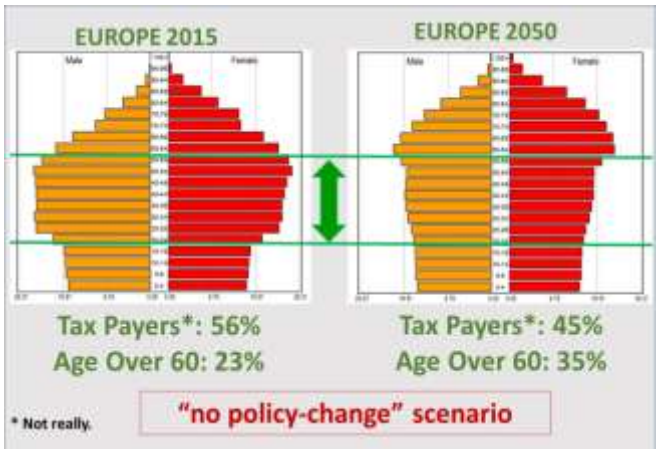
Los objetivos del comité de infraestructuras y movilidad son:

- Que la I+D+I en Infraestructuras de Transporte se encuentre adecuadamente considerada por aquellos que toman decisiones y definen los programas de trabajo de I+D+i.
- Que esté también adecuadamente considerada por aquellos que pueden tomar decisiones sobre la implementación de la I+D+i en sistemas en servicio o producción (CEF, ESIF, etc.).
- Que el sector de la construcción se encuentre bien representado en el próximo Programa Marco FP9, como objetivo más cercano.
- Hacerlo de forma aislada y/o coordinada con los intereses de otros Comités de ECTP o los de otras organizaciones.

Miguel Segarra intentó responder a la pregunta de si hay algo que investigar en infraestructuras. A este respecto, presentó información de distintos estudios que señalan una diferencia de productividad de en torno al 70% entre el sector manufacturero y el sector de construcción. Igualmente, los estudios señalan retrasos importantes en la ejecución de grandes proyectos que, además van acompañados de importantes sobrecostes. Todos estos datos justifican la necesidad de desarrollar mejoras en el sector que deben estar sustentadas por la I+D+i

En relación con las infraestructuras de transporte del futuro, señaló que estamos en una situación de cambio en la que hay nuevos actores que van a entrar en el sector. Además, existe la necesidad de que las infraestructuras actuales se mantengan, mejoren y adapten a los nuevos requerimientos lo que requerirá que estas necesidades de futuro queden recogidas en los programas de I+D+i.

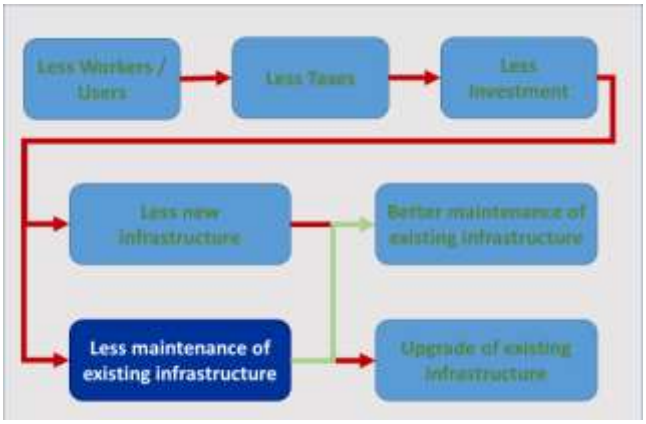
En relación con la digitalización aplicada a las infraestructuras de transporte, presentó el ejemplo de la aplicación a la monitorización de infraestructuras que permite disponer de más información y hacer predicciones para mejorar el mantenimiento y la aplicación de BIM a la monitorización de tableros de puentes.



Señaló también la importancia de analizar la capacidad que tendremos en el futuro para desarrollar esas infraestructuras.

A la vista de la pirámide de población esperada para 2050 en Europa, cabe preguntarse sobre la capacidad para recoger impuestos que permitan la financiación de esas infraestructuras y sobre el potencial número de usuarios de

las infraestructuras.



Presentó un escenario en el que habrá menos infraestructuras nuevas y menos mantenimiento. En este escenario, será necesario hacer un mejor mantenimiento y adaptar las infraestructuras existentes a los nuevos requerimientos. Señaló que el deterioro de las infraestructuras es uno de los grandes retos a los que se enfrenta la ingeniería de hoy en día y es este el contexto en el que trabaja la ECTP.

La estrategia de la ECTP define la industria de la construcción como una industria horizontal que atiende a todos los modos de transporte (fluvial y marítimo, aéreo, ferrocarril y carretera) y pretende establecer dialogo con todos los actores para definir las infraestructuras del futuro. Para ello es necesario:

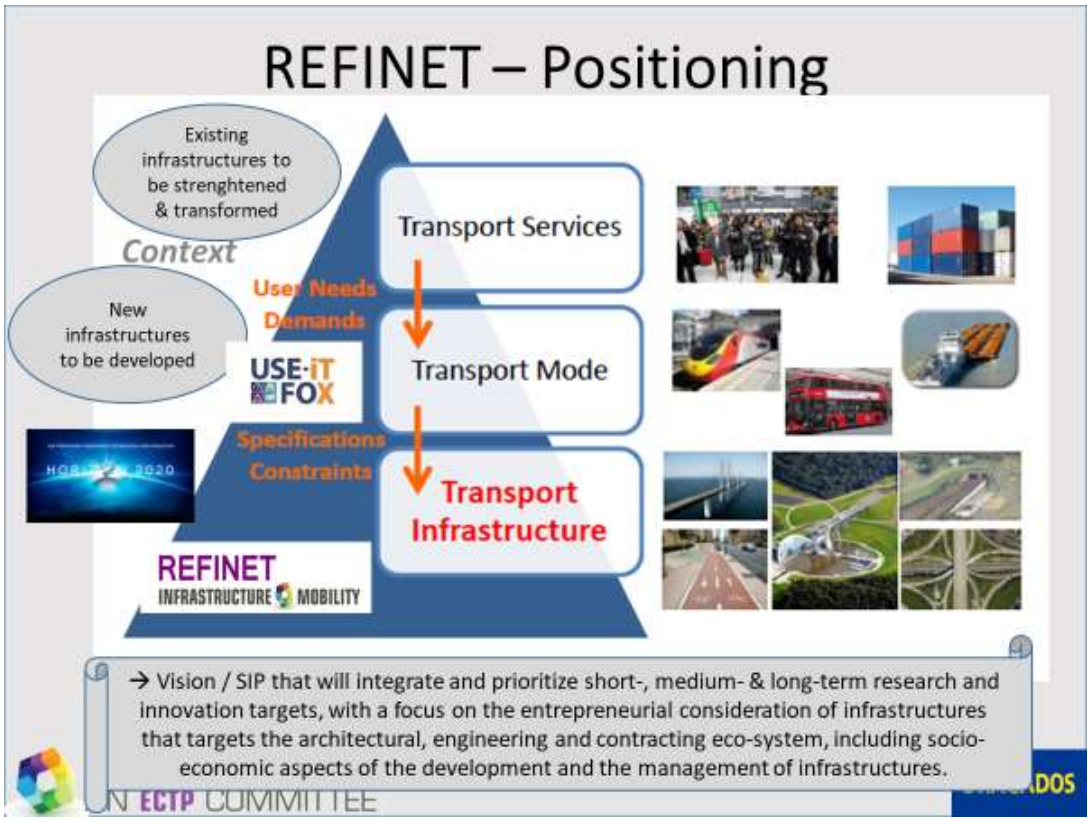
- Compartir una visión y trabajar juntos para alcanzar objetivos comunes
- Desarrollar estructuras en las que todas las partes consigan beneficios a largo plazo
- Conseguir que los beneficios de las partes sean mayores que los que se pudieran conseguir trabajando de forma individual

Presentó el contexto actual de la industria de la construcción que debe ser considerado para definir planes de I+D+i. Señaló la necesidad de cambiar la forma en la que se realizan las infraestructuras para incorporar efectivamente los resultados de I+D+i a las mismas.

Las actuaciones llevadas a cabo por la ECTP en lo que se refiere a la definición de las infraestructuras del futuro son las siguientes:

En 2009, se inició la iniciativa REFINE que pretendía priorizar las actividades de I+D+i en infraestructuras de transporte. A través de esta iniciativa se desarrollaron un documento de visión, una agenda estratégica y un *roadmap* para implementar la agenda estratégica.

A partir de aquí, por sugerencia de la UE, se puso en marcha el *Joint Task Force in R&D&I on Transport Infrastructure* en el que se aglutinaban los esfuerzos de las distintas plataformas relacionadas con el transporte para definir una hoja de ruta de transporte intermodal que fue considerado para la definición del Programa Horizonte2020.



Como continuación de estos trabajos, se ha desarrollado REFINET, CSA coordinada por ECTP que pretendía promover programas conjuntos de I+D+i

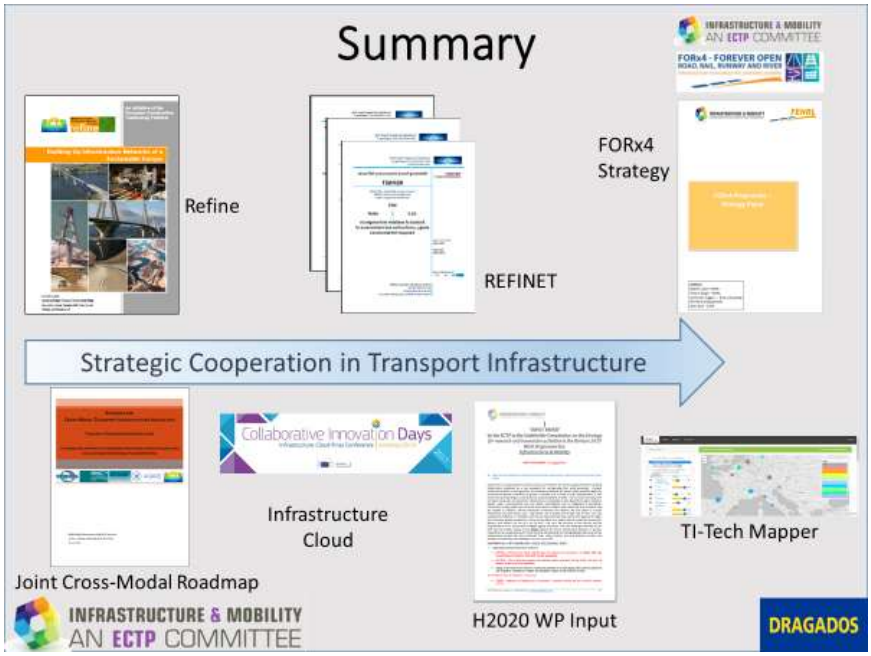
Resumió los resultados del proyecto REFINET incidiendo en la disponibilidad de todos ellos en la web de la ECTP:

- A Multi-Modal Transport Infrastructure (MMTI) model
- A Collection of Best Practices
- A Catalogue of Technologies
- A framework for monitoring R&I projects
- A Strategic Implementation Plan (SIP)
- A Platform for the analysis and clustering of technological demands

Además, desde la ECTP se han remitido aportaciones a los programas de H2020. Como consecuencia de esto en los programas de transporte de H2020 ha habido un capítulo referido a las infraestructuras

Ahora, la ECTP está trabajando en la integración de los resultados de las tres CSAs financiadas por la UE: REFINET, FOX y USE-IT con el objetivo de definir una hoja de ruta común que se presente a la Comisión. Este trabajo se está desarrollando en el marco de la iniciativa FORX4 *Forever Open Road, Rail, Runway and River* promovida por FEHRL.

Finalizó su presentación resumiendo las actuaciones desarrolladas por la ECTP que a corto plazo persiguen que el sector de las infraestructuras esté representado en el próximo Programa Marco.



Más información:

[Acceso a la presentación]

Acceso al video no disponible

Segunda sesión: Innovaciones en proyecto, obras y servicios ejecutados en infraestructuras del transporte.

Presidencia: Pablo Bueno. Presidente del Comité técnico de Obras Públicas y Equipamientos. Colegio de Ingenieros de Caminos.

Coordinación: Jesús Rodríguez. Director Gerente. PTEC

Ponentes

- La innovación en infraestructuras de transporte mediante el instrumento financiero CEF de la Unión Europea. María Corral. Ministerio de Fomento

- Empleo de la metodología BIM en infraestructuras de transporte y su relación con el cambio de modelo de negocio. Jorge Torrico Liz. Subdirector BIM. Ineco

- Algunos ejemplos especiales de evaluación de la durabilidad en el proyecto, construcción y reparación de estructuras. Mª Carmen Andrade. Profesor de investigación visitante. CIMNE

- ¿Preparado para dar una vuelta por el Proyecto Crossrail de Ferrovial? Aspectos innovadores en la construcción de túneles. Laura Tordera. Head of R&D. Ferrovial

- Innovaciones en la construcción del puente atirantado de Talavera de la Reina. Rafael Guillén Carmona. Sacyr

- Herramientas innovadoras para el diseño y mantenimiento de infraestructuras. Francisco García Villena. Dr. Ingeniero de CCP. Cemosa

- Centro de Control Integral para Gestión de Concesiones. Luis Casado Vinuesa. Tráfico y Transporte Sistemas (Grupo OHL Concesiones).

- Captura masiva de datos para gestión de las infraestructuras. Pedro Arias. Ingeniería Insitu

LA INNOVACIÓN EN INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE MEDIANTE EL INSTRUMENTO FINANCIERO CEF DE LA UNIÓN EUROPEA

MINISTERIO DE FOMENTO

María Corral

El Mecanismo Conectar Europa, el CEF según las siglas de su nombre en inglés "Connecting Europe Facility", establece el marco financiero de referencia de la Unión Europea en el periodo 2014-20 para el desarrollo de las redes transeuropeas en el ámbito de la energía, las telecomunicaciones y el transporte. De los más de 30.000 millones de euros con los que cuenta este mecanismo, más de 24.000 millones se dedican al sector del transporte, el cual a su vez se distribuye en una serie de objetivos y prioridades, siendo una de ellas la innovación y las nuevas tecnologías. Este objetivo, engloba desde actuaciones relacionadas con la infraestructura para el suministro de combustibles alternativos, como el GNL, el hidrógeno o la electricidad, hasta sistemas de gestión de tráfico como los ITS, SESAR o ERTMS.

Maria Corral presentó en primer lugar el programa CEF. Este programa continúa los desarrollos en el punto en el que los deja Horizonte2020. Este programa tiene por objetivo la infraestructura y apoya proyectos de infraestructuras de transporte, telecomunicaciones y energía.

En lo relativo a las infraestructuras, se refiere concretamente a la Red Transeuropea de Transporte (TEN-T) que comprende:

- Infraestructuras de transporte lineales y nodales (Mapas y lista de nodos)
- Aplicaciones telemáticas, incluidos los servicios SESAR, ITS, ERTMS, VTMIS, RIS, … "Interface"
- Medidas de fomento de la gestión y uso eficiente de dichas infraestructuras.

En España, forman parte de esta red TEN-T el 80% de los nodos, el 93,64% del ferrocarril y el 61,37% de las carreteras.

Además, la Red en este reglamento se estructura en dos capas, con distintos grados de prioridad en su ejecución: la red global que tiene un horizonte de cumplimiento del 2050 y la red básica (Core network) que tiene la máxima importancia estratégica y un horizonte de cumplimiento del 2030. Esta es la red en la que se financian los proyectos de innovación.

También se ha generado una red de impulso financiero que son los corredores multimodales de la red básica. La Comisión Europea pretende que estos corredores sirvan de laboratorio para todos los proyectos de innovación

Como comentó al principio de su intervención, el programa tiene un presupuesto de 30.000 M€ de los cuales 24.000 M€ son para transporte y quedan sin ejecutar unos 1.000 M€ disponibles para los próximos dos años. Señaló también que casi un 10% de este presupuesto se ha destinado por primera vez a innovación

El objetivo del programa CEF es cubrir el gap que necesita un producto para salir al mercado una vez desarrollada la fase de I+D. Financian tecnología ya desarrollada que debe probarse a gran escala con los objetivos de mejora de la seguridad, gestión eficaz y optimización del uso y potenciando las sinergias con telecomunicaciones y energía

Presentó distintos ejemplos de proyectos de innovación financiados incidiendo en que el programa CEF no financia ni la inversión en el mantenimiento ni la edificación. Señaló algunas temáticas en las que no se están recibiendo proyectos: procedimientos constructivos, eficiencia de materiales e infraestructuras a largo plazo, etc.

Resumió las características de los proyectos:

- Se prevé que incremento 350 M€ Fase 2 (CEF Blending 2017) sea para Nuevas tecnologías e Innovación (elevando total a 810 M€ y un 7,23%).
- Tasa máxima de cofinanciación para Innovación del 20% para obras y 50% para estudios y pilotos.
- Tamaño mínimo de proyectos 1 a 5 M€.

Actualmente hay una convocatoria abierta que cerrara en abril de 2018. Esta convocatoria (CEF Blending 2017) combina subvenciones de CEF con préstamos garantizados por EFSI u otros. Se divide en dos fases:

- 1ª Fase: plazo de entrega de solicitudes se cerró 14 Julio 2017 encontrándose actualmente en fase de evaluación. Resultados: enero 2018.
- 2ª Fase: cierre 12 abril 2018
  - Ampliándose el importe en 350 M€, solo para innovación.
  - Elegibilidad de los trabajos: desde momento presentación de solicitudes, hasta 2023.

Para cada convocatoria, se publica toda la información necesaria en la web del Ministerio de Fomento:

https://ec.europa.eu/inea/en/connecting-europe-facility/cef-transport/apply-funding/2017-cef-transport-blending-map-call

Dentro de la misma:

- Enlace a web de INEA: toda documentación oficial convocatoria.
- Procedimiento Ministerio de Fomento para validación:
  - Comunicación de interés.
  - Presentación de solicitud.

Para cualquier duda o aclaración se puede contactar con el Ministerio en el correo buzontent@fomento.es

Finalizó su presentación animando a los asistentes a presentar propuestas en las próximas convocatorias.

Más información:

Acceso a la presentación

Acceso al video

EMPLEO DE LA METODOLOGÍA BIM EN INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE Y SU RELACIÓN CON EL CAMBIO DE MODELO DE NEGOCIO

INECO

Jorge Torrico

El avance tecnológico en cuanto a la captura, generación y gestión de la información en el proyecto, construcción y explotación de infraestructuras está alcanzando niveles difícilmente imaginables hace unos años. Estos avances, por si mismos, permiten sensibles mejoras tanto en la calidad y sostenibilidad como en el retorno de la inversión; sin embargo, el máximo aprovechamiento de estas nuevas capacidades tecnológicas sólo se producirá a través de la modificación tanto de los procesos como de las relaciones entre los distintos intervinientes. En este contexto, se sitúa el empleo de la metodología BIM en todo el proceso de generación de infraestructuras. El uso de la metodología BIM abarca todo el ciclo de vida de las infraestructuras del transporte, trasladando un mayor foco hacia la etapa de explotación, aquella de mayor duración en el tiempo y en la que se incurre en un mayor coste. La mayor capacidad de gestión de información y de la simulación virtual de situaciones de explotación habilita cambios importantes en el modelo de negocio de explotación y mantenimiento. Cambios que afectan a las relaciones contractuales entre los diferentes agentes participantes en las distintas fases tendentes a una mayor participación en todo el proceso, desde un modelo profundamente secuencial a un modelo solapado que incorpora en fases tempranas variables muy relevantes para la fase de explotación y mantenimiento.

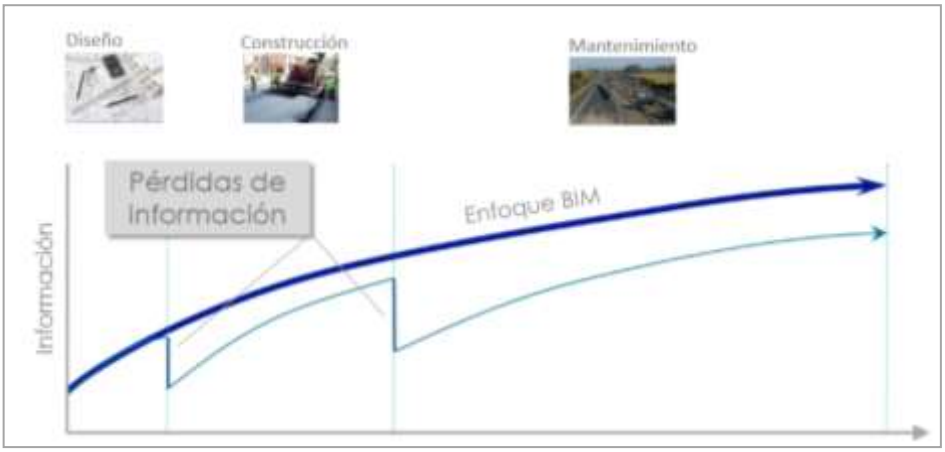
Inició si presentación señalando los grandes avances ocurridos en relación con la captación y gestión de datos y señalando que los avances solo ocurrirán realmente si se consigue una modificación de los procesos y una integración de todos los agentes en los mismos a lo largo de todo el ciclo de vida. Incidió en la etapa de explotación en la que se tiene información muy diversa procedente de la infraestructura, los usuarios, los vehículos, el material rodante, la operación y la seguridad. Esta información se

traslada habitualmente a plataformas que, en muchas ocasiones no están conectadas lo que conlleva el riesgo de falta de comunicación entre las plataformas, uso reducido de la información o duplicación de la información en su generación y en su uso.

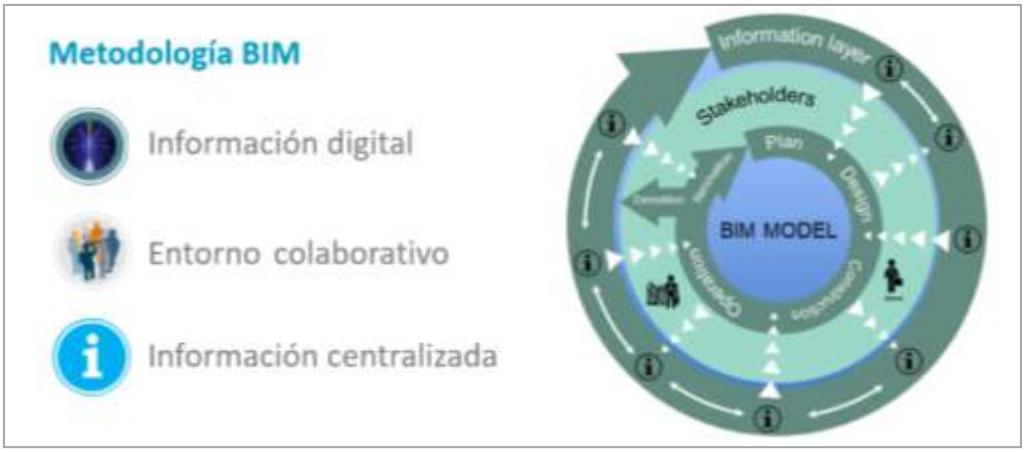
Todo esto genera la necesidad de trabajar en repositorios y plataformas comunes de información. Señaló esta área como un campo en el que aún se tiene que trabajar mucho en innovación sobre todo desarrollando herramientas que desarrollen esta comunicación

Otra temática de interés es la relativa al análisis del ciclo de vida. BIM necesita una visión global del ciclo de vida y, en este sentido es necesario trabajar en lo relativo al mantenimiento en el que los procesos de gestión de la información están mucho menos desarrollados que los relativos a diseño y construcción.

En lo relativo al seguimiento del ciclo de vida y la gestión de la información en este seguimiento, Jorge Torrico alertó de dos puntos conflictivos en los que habitualmente se pierde información casi siempre por no hacer una transmisión digital de la información que se va generando en cada una de las fases que redunda sobre todo en la disponibilidad de una información mucho más escasa de lo que se debería al inicio de la etapa de mantenimiento.



Estableció tres niveles en las soluciones para aportar valor a las infraestructuras en función de su madurez y valor que aportan, pasando desde las herramientas de gestión hasta las que permiten predecir y planificar. En este punto, se llegaría a la definición de esta metodología que parte de un modelo de información que no es el objeto de la metodología en sí mismo. El sistema debe recoger toda la información generada en todas las fases del ciclo de vida y debe incorporar a todos los actores involucrados en el proceso.



Esta metodología incluye: la información digital, la generación de plataformas que habiliten el trabajo colaborativo en todo el ciclo de vida la información centralizada. Esto supone disponer en un único ámbito de información centralizada, fiable, actualizada, siempre disponible para todos los agentes, en función del rol que desempeñen, y trazable.

La digitalización ofrece también la capacidad de prototipar. Esto permite disponer de un modelo sobre el que poder tomar decisiones antes de la construcción o en el proceso de explotación y retroalimentar con la información generada el proceso. De esta forma se dispondrá de un *feedback* que permitirá modificar los simuladores.

Se trata de aprovechar elementos con los que ya se trabaja no solo para cambiar el proceso constructivo sino también para poner en duda algunos principios sobre todo relacionados con el proceso constructivo donde se puede actuar en mayor medida y con un coste menor y con mayor control del coste a futuro. Con este procedimiento se puede decir, por ejemplo, qué material se usa o dónde se coloca el material.

Por ultimo y en relación con la interoperativilidad, se señaló la capacidad que tiene la información de ser transmitida. Esta metodología hace participar a muchos agentes, por tanto, la información debe poderse transmitir y, para ello es necesario cumplir distintas condiciones:

- Desde el punto de vista organizativo, la información se debe transmitir entre los distintos agentes
- Desde el punto de vista semántico, la información intercambiada debe ser interpretable de forma automática y reutilizable
- Desde el punto de vista técnico, se debe disponer de estándares y especificaciones abiertas.
- Desde el punto de vista temporal debe de ser sostenida en el tiempo

Jorge Torrico, insistió en la necesidad de avanzar técnicamente para conseguir un cumplimiento real de estas condiciones, señalando como la de mayor dificultad la relacionada con la temporalidad. Señaló que en los dos últimos años se ha generado el 98% de la información digital que existe en el mundo. La información que se está generando hoy deberá estar disponible y se deberá poder usar durante todo el ciclo de vida (50-100 años) en un contexto en el que los softwares se actualizan casi anualmente.

También es muy importante determinar cómo se va a almacenar y a conservar la información, cómo se va a mantener una nube a lo largo del tiempo, que posibilidades tienen las tecnologías actuales, etc.

Más información:

Acceso a la presentación

Acceso al video

ALGUNOS EJEMPLOS ESPECIALES DE EVALUACIÓN DE LA DURABILIDAD EN EL PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS

CIMNE

Mª Carmen Andrade

La predicción de la durabilidad de un hormigón sea de nueva fabricación o existente, no es una tecnología todavía accesible para la mayoría de los técnicos. Existen ensayos y modelos que ayudan al especialista a realizar los cálculos, pero la falta de comprobación a largo plazo, y la falta de modelos climáticos hace todavía muy incierta cualquier predicción. Mª Carmen Andrade expuso las bases para realizar la evaluación y predicción de la durabilidad de mezclas de hormigón, como son el caso de una losa para el nuevo aeropuerto de Méjico (Sacyr) o el de cubípodos para diques marinos diseñados por OHL y la protección adicional con inhibidores aplicada en el Puerto de St. Nazaire en Francia (Basf). Como evaluación de infraestructuras del transporte construidas, se presentaron los ejemplos del hormigón del proyecto Marmaray en Estambul (OHL), el puente de Vidin (FCC), y las instrumentaciones acometidas en el Puente del Pedrido o en varios viaductos de carreteras y ferrocarril.

Mª Carmen Andrade indicó que debido a los costes que tiene la reparación de estructuras, cada vez se demanda más una garantía de vida útil de aproximadamente 100 años, aunque en algunos casos se habla de 150 ó 200. Es importante señalar que no se dispone de experiencia en este ámbito porque no existen infraestructuras construidas con los materiales actuales que tengan esta vida. Se señaló que para hormigones como los actuales se podría considerar una experiencia directa de unos 80 años. A pesar de esto, se está incluyendo en los pliegos estos periodos de 100 ó 150 años de garantía de vida útil, sin que haya mucha racionalidad en los criterios que determinan en cada caso el periodo establecido. Para resolver este problema, se está haciendo uso de modelos predictivos de análisis que, en el caso de la EHE 08 se incluye en el anexo 9 lo que indica que en existe una cierta experiencia de su uso a nivel

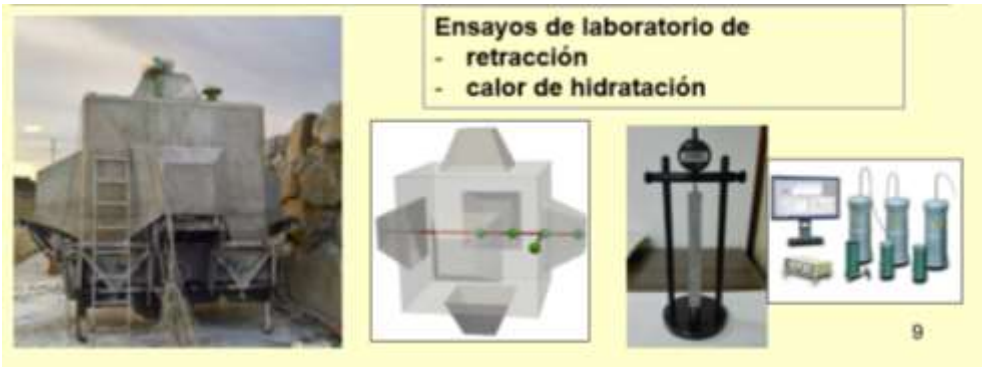
español. A nivel normativo europeo, se está discutiendo si se introducen este tipo de modelos. Para alcanzar estas vidas tan largas en las infraesrucuras además, se esta empezando a instrumentarlas para poder aplicar modelos inteligentes de evaluación continua de la estructura lo que añade la complicación del registro de gran cantidad de datos.

En su ponencia, revisó distintos ejemplos desarrollados tanto en estructuras nuevas como en estructuras existentes, señalando que una parte del conocimiento ha sido generado en el marco del proyecto MODELGES, en el que han participado el IETcc, CIMNE, COPASA, IECA y Galaicontrol y se ha financiado por el programa Retos Colaboración.

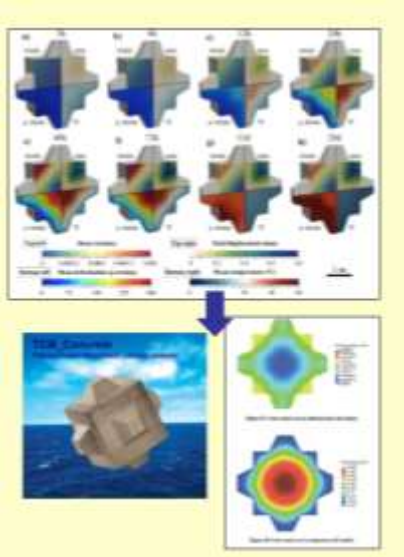
Como primer ejemplo, presentó el caso de la losa del nuevo aeropuerto de Méjico, que será construido por SACYR.

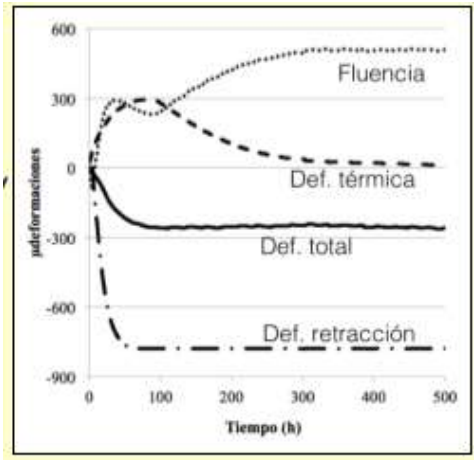
El trabajo se centró en las bases para el diseño del hormigón para una parte de la losa de aterrizaje para que tenga una durabilidad de 100 años y no sufra fisuraciones por retracción. Se han realizado una serie de ensayos de resistencia a cloruros, resistividad y calor de hidratación para identificar la mezcla hidratación más óptimos. En el estudio, se preseleccionan una serie de mezclas y se decidirá la más aplicable a obra a lo largo de la propia obra.

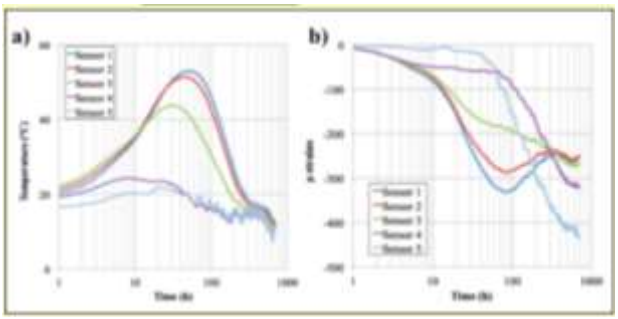
El segundo caso presentado es el de los “cubípodos” desarrollados por SATO y OHL. En este caso, se requería un sistema de control para evitar fisuraciones durante el proceso de fabricación, producidas por el calor de hidratación. El objetivo de la empresa era asegurar que se pudiera fabricar este cubípodo en cualquier parte del mundo con cualquier tipo de cemento partiendo de unos ensayos de laboratorio que fueran sencillos.



Se desarrollaron ensayos de laboratorio de retracción y de calor de hidratación. Además, se instrumentó un cubípodo de 4 metros con sensores de cuerda vibrante en cinco puntos. Con estos sensores, se midió la deformación y la temperatura en la dirección horizontal y vertical. A partir de estos resultados se ha podido derivar todos los valores de retracción térmica y fluencia que se producen en edades tempranas. Además, se ha validado un modelo numérico desarrollado en CIMNE.





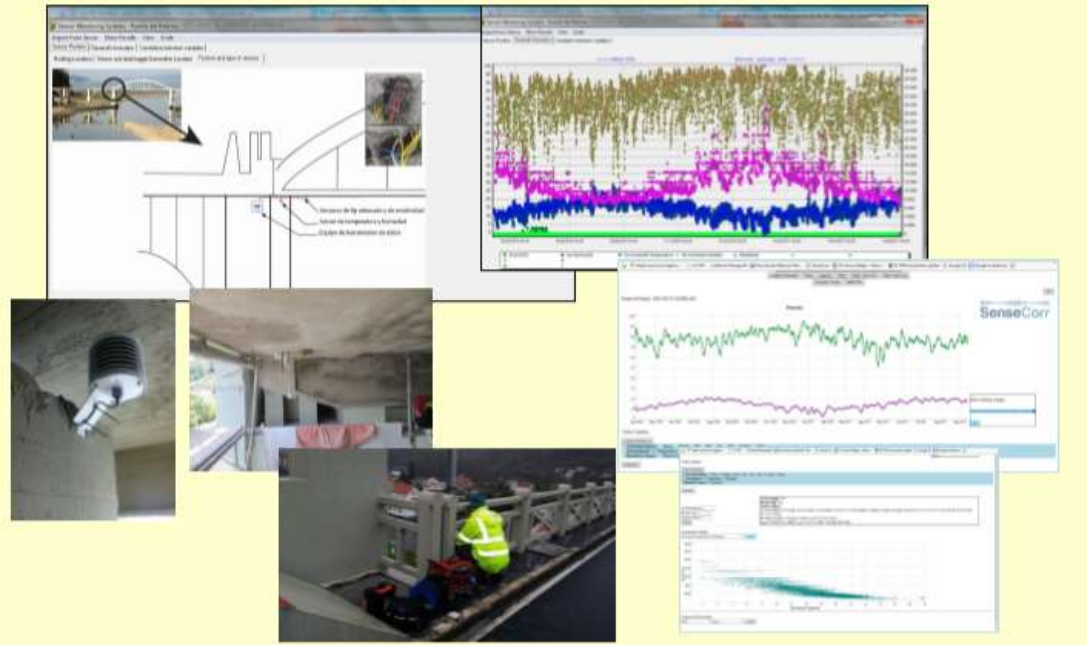


El siguiente caso presentado fue el Puerto de Sant Nazarie. En este caso, el equipo de Mª Carmen Andrade está asesorando la eficacia de los inhibidores de corrosión como método preventivo.

El último caso relativo a nuevas estructuras fue el Puente de Vidin, realizado por FCC. En este ejemplo, la propiedad quiso al terminar la obra confirmar el espesor del recubrimiento y su calidad. Para ello, se mapeó el 50% del puente midiendo la resistividad y el espesor del recubrimiento, siendo necesario desarrollar un aparato específico que permitiera medir con solo 10 mm de recubrimiento de hormigón. Se realizaron más de 1000 medidas y solo en cinco de ellas el hormigón tenía menor resistividad del límite establecido por la propiedad.

En lo que se refiere a estructuras existentes, se presentó el caso del puente del Pedrido. Se presentaron distintas actuaciones desarrolladas en el marco del proyecto MODELGES.

Finalizó su presentación mostrando distintos trabajos en viaductos desarrollados con el Ministerio de Fomento para control de humedad y temperatura en tableros también dentro del proyecto MODELGES.



Más información:

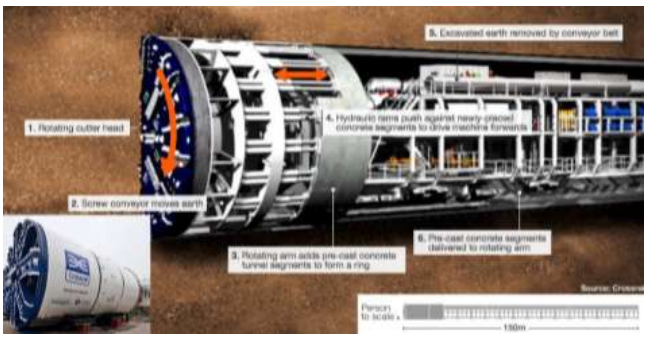
Acceso a la presentación

Acceso al video

¿PREPARADO PARA DAR UNA VUELTA POR EL PROYECTO CROSSRAIL DE FERROVIAL? ASPECTOS INNOVADORES EN LA CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES FERROVIAL

Laura Tordera

Londres se sumerge en el terreno de la innovación, ya que el que será su futuro subterráneo está construido a punta de tecnología. Todo forma parte del que probablemente es el proyecto de ingeniería más ambicioso de la ciudad: el Crossrail. La ingeniería civil ha permitido construir hasta 41 nuevos túneles para el novedoso proyecto del transporte público londinense. Las tuneladoras comenzaron a enhebrar el subsuelo en mayo de 2012 y cinco años después puede decirse que las obras están casi terminadas. Se trata de una línea de doble vía con dirección este-oeste que pasa por debajo del centro de Londres, conectando la línea ferroviaria del Gran Oeste en Paddington, con la Línea ferroviaria del Gran Este, cerca de Stratford. Ferrovial Agroman está desempeñando un papel fundamental en el desarrollo del proyecto, que incrementará un 10% la capacidad ferroviaria de Londres a través de la construcción de 118 kilómetros de infraestructuras. La longitud total del tramo subterráneo es de 21,5 km, divido en seis túneles de vía única, y para su perforación se han usado ocho tuneladoras. Este proyecto supone la mayor obra de ingeniería civil que se está llevando a cabo actualmente en Europa. El proyecto comenzó en 2009 y se espera que esté en funcionamiento en 2018. Para eso se va a realizar una inversión aproximada de 20.200 M€. Para completar una infraestructura de esta magnitud y complejidad, ha sido necesario contar con los máximos avances de la ingeniería. En el proceso de construcción, se han realizado múltiples procedimientos innovadores que han permitido realizar los tramos ya completados con el éxito técnico y el cumplimiento de los estrictos plazos constructivos que se exigían.



Laura Tordera mostró los primeros trabajos que se realizaron en el metro de Londres que es el primero del mundo, señalando como la tecnología aplicada en este mundo subterráneo ha evolucionado hasta llegar a las grandes tuneladoras de las que se dispone actualmente.

Europe's largest infrastructure project	
Cost	£14.8bn
Net benefit	£42bn
Length	118km
New Tunnels	21 km
Stations	40 (10 new)
Construction started	2009

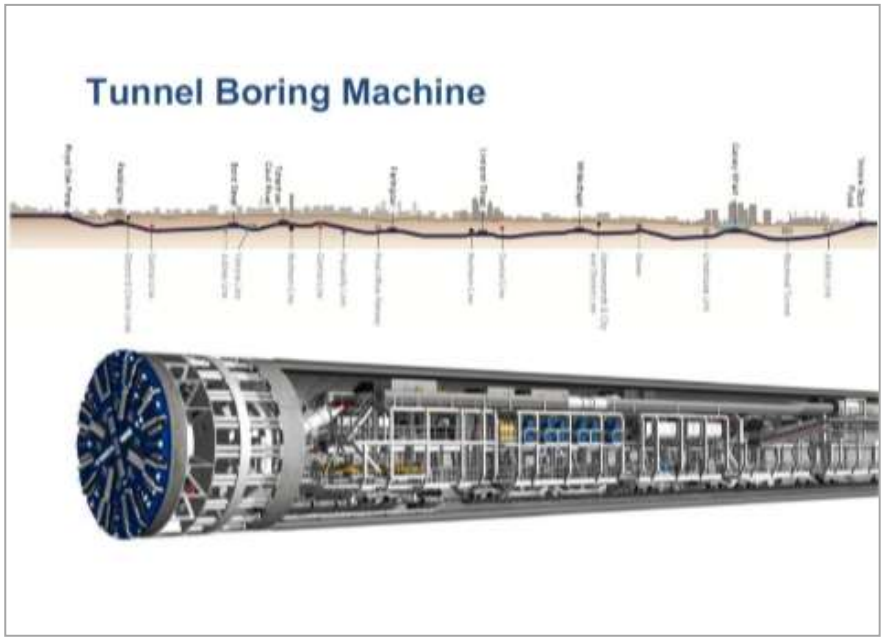
Bringing closer	1.5 m people within 45 min
People working	Over 10.000
Number of sites	40
Journeys per year	200 million
Trains per hour	24 (up to)
Trains length	200m (twice as current LU)
Completion date	End of 2018

En lo que se refiere al proyecto CROSSRAIL atraviesa de este a oeste la ciudad de Londres y va a aumentar la capacidad de transporte en la ciudad en un 10%. Este proyecto junto con CROSSRAIL 2 que travesará la ciudad de norte a sur pretende resolver los problemas de transporte que actualmente sufre la ciudad.

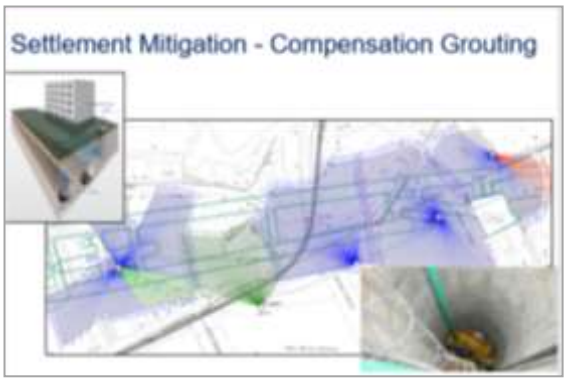
Se trata del proyecto de infraestructuras más largo de Europa. Se inició en 2009 y finalizará en 2018. Durante la presentación, Laura Tordera mostró algunos de los grandes números relacionados con él.

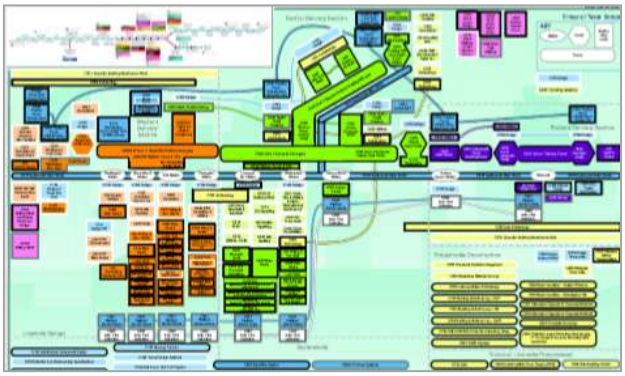
Ferrovial ejecuta una parte de la línea de 6,8 Km que incluye la obra civil del túnel y la estación de Farringdon. La gran complejidad técnica del proyecto ha sido la ejecución del túnel que atraviesa todo el centro de Londres. Debido al gran número de conducciones ya existentes, en algunos casos se ha tenido que ejecutar el túnel a más de 600 metros de profundidad. La estación por su parte tiene dos *ticket hall*. Cada uno

de ellos tiene una profundidad equivalente a seis pisos lo que también ha generado dificultades por la cercanía de edificios. Todas estas cuestiones ponen de manifiesto la necesidad de innovación en la ejecución de la obra.

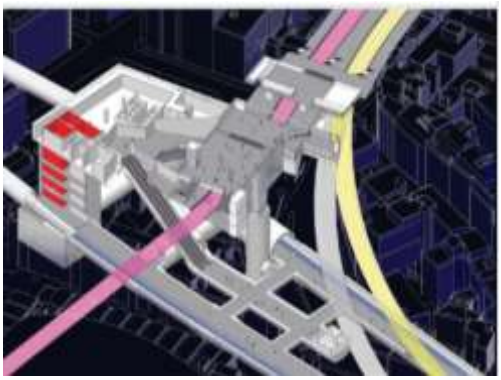


En la ejecución del túnel, se han empleado ocho tuneladoras cuyos nombres se han puesto mediante un concurso en la página web en el que han podido participar todos los vecinos de los barrios involucrados en la obra. Han entrado dos tuneladoras por el este y otras dos por el oeste hasta la estación de Farringdon, donde se ha hecho el cale. Dos de las tuneladoras quedarán enterradas porque el desmantelamiento es más costoso que dejarlas allí.





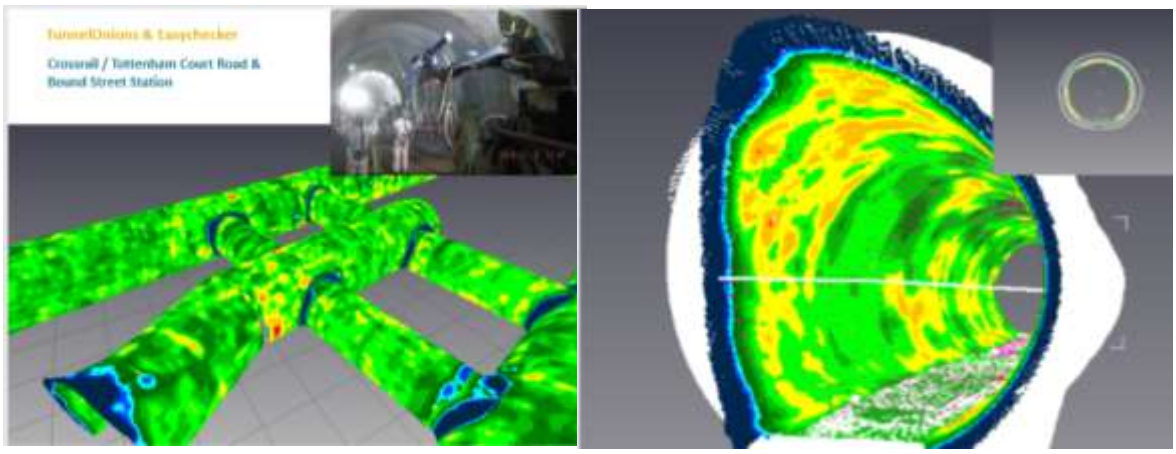
En relación con BIM, este fue el primer proyecto en el que FERROVIAL hizo toda la modelización mediante BIM en el año 2012, modelizando la obra completa. La modelización mediante BIM permitió ahorros importantes en la ejecución de la obra



Además, se ha desarrollado una digitalización completa de la obra mediante cámaras 3D y cámaras de alta tecnología que mostró durante su presentación. Esta digitalización completa de la obra funciona como un Google maps. Se trata de una herramienta más propia de proyectos de edificación y es la primera vez que FERROVIAL lo desarrolla en un proyecto de infraestructuras. Disponer de esta herramienta ha permitido que todos los agentes involucrados hayan podido avanzar en la obra con un grado de detalle que no se había conseguido antes en ningún caso. Y desarrollar la obra con un alto grado de control. Se puede acceder a la digitalización a través de la presentación.

Explicó también que el primer proyecto que desarrollaron en el marco de colaboración con el MIT fue la predicción de movimientos del terreno y edificios adyacentes en el proyecto Crossrail. Se colocaron 3500 puntos de sensorización que medían en tiempo real distintos parámetros y se creó un algoritmo para hacer una predicción de los movimientos.

Finalmente, comentó que en la obra se realizó también un control de temperatura en tiempo real del gunitado lo que permitía abrir mucho más rápido algunas zonas si esperar al endurecimiento y atacar los problemas identificados de forma muy controlada.



Más información:

Acceso a la presentación

Acceso al video

INNOVACIONES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE ATIRANTADO DE TALAVERA DE LA REINA

SACYR

Rafael Guillén

El puente atirantado de Talavera de la Reina en el momento de su construcción fue el puente con un sólo pilono y tablero de hormigón de mayor luz del mundo. Supuso de un auténtico reto constructivo al ser una estructura con algunas características únicas a nivel internacional, que obligó a desarrollar distintos aspectos innovadores tanto en su proceso constructivo como en los materiales con los que se construyó. Rafael Guillén expuso las innovaciones que hubo que implementar para dar solución a los retos que planteó la construcción de esta infraestructura entre los que destacan la construcción del pilono inclinado más alto de Europa, el desarrollo de hormigones de alta resistencia que hubo que emplear en distintos elementos de la estructura y los problemas que hubo que resolver para poder colocar grandes cantidades de hormigón en elementos estructurales sin que se produjesen juntas frías ni fisuración.

El puente consta de un único vano y tiene un pilono inclinado. Se ejecutó entre 2008 y 2011 y constituyó un hito en la construcción con los siguientes datos:

- Pila inclinada más alta de Europa (192 metros).
- Pila más esbelta, con una anchura de 4 m para los192 m de altura.
- Tirantes más largos de España, con una longitud de 408 m entre anclajes.
- Puente atirantado con tablero de hormigón más ancho (36 m).
- Puente atirantado de un sólo pilono y tablero de hormigón con mayor luz del mundo.

Las innovaciones desarrolladas en la ejecución del puente fueron principalmente las relativas al diseño de las fórmulas de trabajo de los hormigones y a la ejecución del pilono.

En el encepado del pilono, la cimentación era profunda con 56 pilotes de 2.5 m de diámetro y 30 m de profundidad. El encepado era un elemento de 7.000 m^3 por lo que se consideraba un hormigón armado de gran volumen que causaba la generación de muy alto calor de hidratación en el proceso de fraguado del hormigón. Se hicieron diversas pruebas de laboratorio con diversas mezclas y la que más se ajustaba en cuanto a trabajabilidad, temperatura y resistencia, luego se llevó a la obra.

Este puente se prolongaba con dos viaductos y en las cimentaciones de esos viaductos se realizaron las pruebas previas, donde se colocaron los sensores de temperatura y se hicieron distintas pruebas controlando la temperatura máxima en el centro del macizo, así como en la parte superior y laterales del encofrado para garantizar que no se superaban los 20ºC de gradiente térmico.

El hormigón tenía que tener una velocidad de fraguado tal que se hiciera en tongadas de 50 cm y que cuando se iniciara una fase de hormigonado la anterior no hubiera empezado a fraguar para poder vibrar y coser una capa con la siguiente.

El siguiente reto relacionado con los materiales fue el mamparo del puente ya que se trataba de un elemento muy fuertemente armado. Las características del hormigón en este caso eran:

- Generación de muy alto calor de hidratación en el proceso de fraguado del hormigón
- Autocompactable, debido a la alta densidad de armado de refuerzo pasivo y activo
- Ventana de trabajabilidad muy limitada en el tiempo

Otro reto fue el relativo al hormigón blanco tanto para la ejecución de la zona del tablero más solicitada a esfuerzos, como para la ejecución del pilono:

- Generación de muy alto calor de hidratación en el proceso de fraguado del hormigón
- Autocompactable, debido a la alta densidad de armado de refuerzo pasivo y activo

- Ventana de trabajabilidad limitada en el tiempo

Para el diseño de la fórmula de trabajo del hormigón del pilono también se hicieron distintas pruebas para que el hormigón fuera bombeable a 200 m de altura. El hormigón se subía a lo alto del pilono y desde allí se distribuía por toda la zona con un distribuidor.

La ejecución del pilono requirió también de varias innovaciones. El pilono, al ser inclinado, en fase de construcción se estabiliza con el peso del tablero y se requiere instalar y tesar los tirantes a medida que se ejecuta el Pilono. Durante la construcción, el tablero sujetaba al pilono en construcción. Debido a esto, fue necesario hacer todos los trabajos de forma simultánea a medida que iba creciendo el pilono:

- Célula metálica interior: Izado, colocación y soldadura entre tramos
- Izado y colocación de la armadura pasiva
- Encofrado autotrepante; cada tongada de distinta configuración de encofrado debido al diseño del Pilono. Imposibilidad de uso de espadines para anclar caras enfrentadas de encofrado
- Hormigón de alta resistencia (HAR-70) bombeable a 200 m de altura
- Instalación de tirantes y primera fase de atirantamiento (85% tensión de cálculo)
- Accesos de personal a los distintos tajos, tanto interiores como exteriores del Pilono
- Medidas de Seguridad en todos los tajos, incluso medidas extraordinarias de evacuación de personal
- Cálculo evolutivo y protocolo de atirantamiento adaptado a las fases de ejecución.

Se realizó una maqueta a escala real del cajón interior del pilono de 5 m de altura para probar la viabilidad del proceso constructivo y la maqueta sirvió para diseñar todos los trabajos que había que desarrollar.

Se encontraron también con problemas producidos por el movimiento del pilono durante el atirantamiento. Se diseñó un protocolo de control topográfico y geométrico muy estricto para controlar el movimiento del pilono

También se diseñó un sistema para poder dar acceso a los tirantes posteriores mediante una plataforma capaz de subir y bajar y se completaba con otra plataforma telescópica.

Finalmente presentó el sistema que diseñaron para acceder por el interior del pilono. Esta innovación fue necesaria porque la normativa de ascensores impedía colocar uno en el interior del pilono.

Más información:

Acceso a la presentación

Acceso al video

HERRAMIENTAS INNOVADORAS PARA EL DISEÑO Y MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS

CEMOSA

Francisco García Villena

El desarrollo actual de las tecnologías electrónicas y los sistemas de comunicación permite el desarrollo de nuevos sistemas de monitorización integrados en las infraestructuras del transporte. Esto supone un importante paso adelante ya que la información proporcionada permitirá evaluar el estado de la infraestructura a lo largo de toda su vida útil, desde su etapa de construcción (para garantizar que se cumplen los criterios de calidad establecidos a nivel de proyecto) y durante su vida útil (donde se comprueba que la infraestructura es funcional y segura). La actividad que desarrolla CEMOSA cubre todas las etapas en la vida útil de la infraestructura, desde su etapa de diseño, control de calidad en la construcción, diagnóstico y estudio de patologías y daño, mantenimiento predictivo y análisis RAMS y de coste de ciclo de vida (LCC). Gracias a esta visión integral de toda la vida útil, el departamento de I+D de CEMOSA ha detectado la necesidad y la oportunidad de desarrollar nuevos sistemas de monitorización y auscultación de infraestructuras del transporte basados en tecnologías de monitorización de bajo coste. Estas tecnologías permiten disponer de una cantidad de datos relevantes sobre las infraestructuras y requieren del desarrollo de los procedimientos adecuados para extraer el conocimiento sobre el estado de la misma. Además, la información resultante debe ser integrada en los sistemas de información BIM de forma que se recoja durante toda la vida útil. Precisamente, el disponer de la información a lo largo del tiempo permite establecer un diagnóstico del estado de la infraestructura, así como estimar la degradación que puede sufrir. Todo ello orientado a una mejor gestión y optimización de la planificación de las actividades de mantenimiento y rehabilitación de forma que se reduzcan los costes y se extienda la vida útil.

Francisco García presentó algunos de los desarrollos tecnológicos realizados en el campo de monitorización incluyendo las aplicaciones concretas realizadas.

Definió los siguientes criterios generales para la para el desarrollo de innovaciones en obre civil:

- Siempre hay que tener en mente el ciclo de vida de la infraestructura desde la planificación hasta la rehabilitación y plantearse siempre si una estructura ha llegado al final de su vida útil o no
- No se trata de ser desarrolladores de nuevas tecnologías, sino de buscar nuevas utilidades a las ya existentes para que nos ayuden en nuestra profesión.
- Estas herramientas han de tener unos costes asequibles para que puedan permear en el trabajo diario.

Definió las siguientes actividades como beneficiadas por las herramientas innovadoras:

- Diseño
- Control de ejecución
- Evaluación del estado actual
- Diagnóstico, prognosis y toma de decisiones

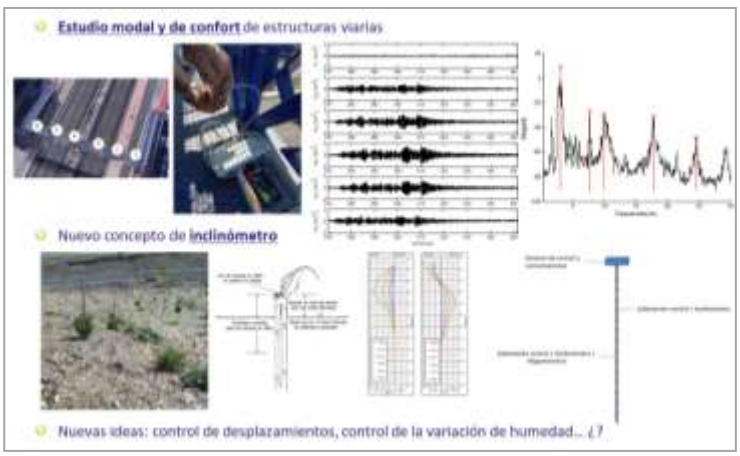
Presentó distintos casos de herramientas innovadoras. Actualmente, están desarrollando una aplicación multi-dispositivo que integra el cálculo del diseño de pavimentos. Esta herramienta integra datos de geolocalización, datos de tráfico, datos climatológicos. Introduciendo el modelo de firme y los datos de carga, y, a través de un modelo elástico multicapa, la herramienta valida o no el modelo de firme introducido. La importancia de esta herramienta estriba en que, a través de un sistema compacto se puede obtener todo el proceso de diseño, incluso en el móvil.

En el campo de la monitorización de infraestructuras, están trabajando en procesos que reduzcan el coste de monitorización y auscultación de infraestructuras

El objetivo que se plantean es generar herramientas a costes asequibles para obtener datos del estado de la infraestructura a “tiempo real”. Mostró un prototipo compuesto por:

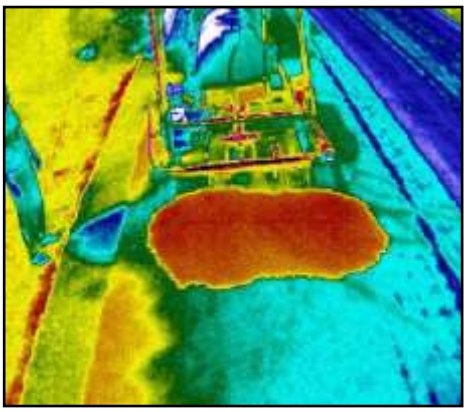
- Acelerómetro X,Y,Z
- Magnetómetro
- Cámara fotográfica
- Sensor de humedad y temperatura
- Reloj de tiempo real
- Módulo de comunicaciones

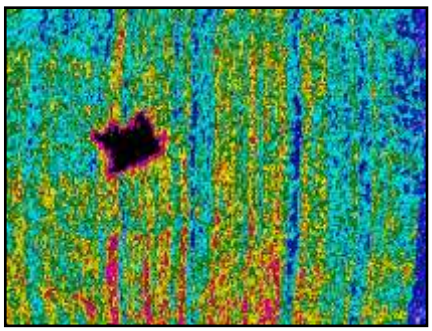
Con un prototipo similar al presentado en su ponencia, se realiza un estudio modal y de confort de estructuras viarias. También están trabajando en un sistema de inclinometria que permitirá saber como va moviéndose el talud o el terraplén en tiempo real gracias a acelerómetros y magnetómetros.

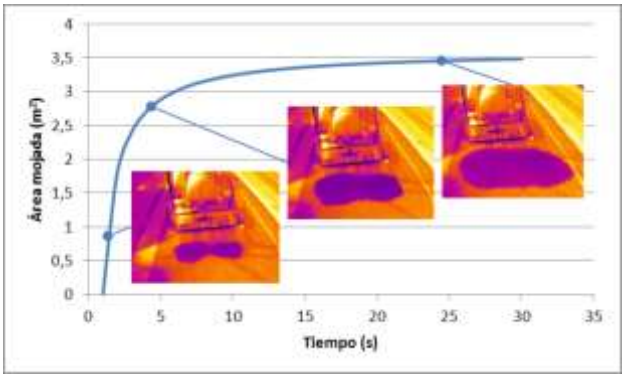


Trabajan también en el desarrollo de un dispositivo para poder auscultar la plataforma de la carretera. Inicialmente se ideó como nueva técnica de evaluar la permeabilidad del pavimento drenante mediante termografía infrarroja, pero han avanzado en el desarrollo y actualmente se trabaja desarrollando técnicas para obtener más información:

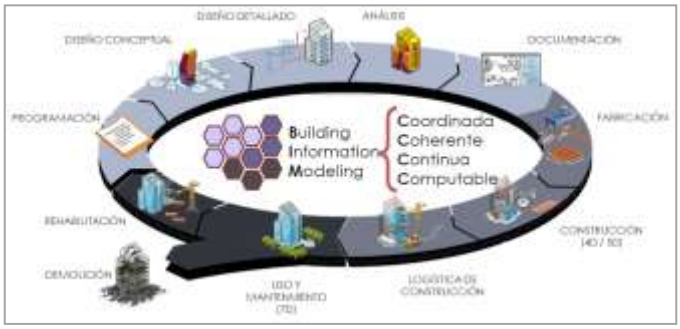
- Detección de defectos superficiales
- Obtención del IRI
- Evaluar la capacidad drenante de la plataforma







El uso de este tipo de tecnologías genera una gran cantidad de datos que deben ser adecuadamente guardados y gestionados para que sean útiles. En este sentido, se trabaja en un sistema estandarizado que gestione toda la información.

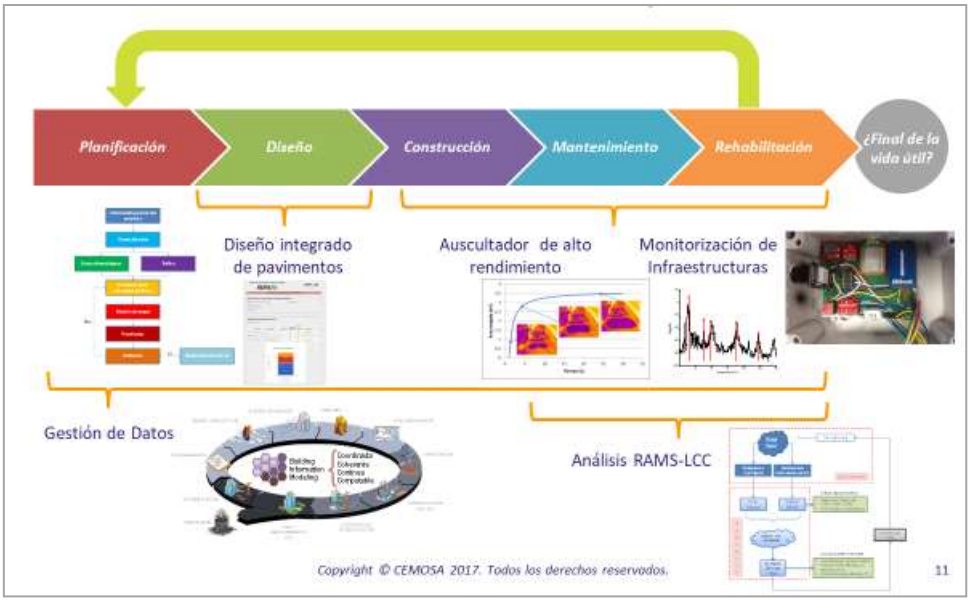


En particular se centran en los datos que provienen del uso y mantenimiento y están trabajando con ellos en:

- Detección de comportamientos y anomalías
- Detección del fallo y avería
- Modelos de decaimiento y predicción
- Análisis RAMS-LCC

En concreto, a través del análisis RAMS-LCC han generado una herramienta para el diagnóstico prognosis y ayuda a la toma de decisiones de manera probabilística a partir de los datos obtenidos de la monitorización y de las operaciones de mantenimiento.

Concluyó su exposición recordando que el objetivo de CEMOSA es el desarrollo de herramientas que ayuden en todas las fases del ciclo de vida de la infraestructura y presentó un esquema de donde tendría cabida cada una de las herramientas presentadas



Más información:

Acceso a la presentación

Acceso al video

CENTRO DE CONTROL INTEGRAL PARA GESTIÓN DE CONCESIONES.

Tráfico y Transporte Sistemas

Luis Casado

El Centro de Control Integral (CCI) es una plataforma WEB creada para monitorizar la infraestructura basados en una estandarización e integración de la información de datos de operación, seguridad, mantenimiento de diferentes proveedores que permite el control centralizado en una única plataforma con accesos públicos y privados. Esta plataforma permite al usuario consultar datos en forma gráfica y analítica pudiendo hasta visualizar los videos de las cámaras de la autopista en tiempo real desde cualquier lugar del mundo con el objetivo de facilitar el control técnico y económico de la infraestructura.

Luis Casado presentó en primer lugar la empresa que ofrece productos y servicios innovadores centrados en el control, la operación y el mantenimiento de las infraestructuras de transporte de OHL Concesiones que gestiona 20 concesiones en todo el mundo, con los siguientes datos:

- Más de 900.000.000 millones de tránsitos históricos.
- 15 autopistas y más de 1000 Km.
- Más de 1.300.000 millones de actuaciones de mantenimiento.
- Más de 25.000 equipamientos inventariados, 1000 cámaras, 150 paneles de mensajes variables, 100 aspa-flechas, 50 estaciones de tomas de datos y estaciones meteorológicas, barreras, antenas de peaje, etc.
- En este contexto surgió la necesidad de disponer de un Sistema integral para la gestión de infraestructuras, modular, interactivo y multiusuario que cumpliera las siguientes condiciones:
- Integra diferentes fuentes de datos en tiempo real

- Unifica de la información en banco de datos único.
- Facilidad de explotación de información.
- Información clara, rápida y precisa. Actualizada y actualizable.
- Multiconcesión, multimoneda, multiidioma.
- Dispone de cuadros de mando
- Tiene acceso inmediato a cualquier punto de la red de carreteras.

El objetivo principal del proyecto era la normalización la transformación y la parametrización de los distintos tipos de datos en un único banco de datos. Por tanto, se requería:

- Estándares Semánticos y normalizados: normas y modelos organizativos; determinar las transformaciones de datos necesarias
- Integración.
- Control técnico y económico de las infraestructuras.
- Toma de decisiones.
- Repositorio único de datos.

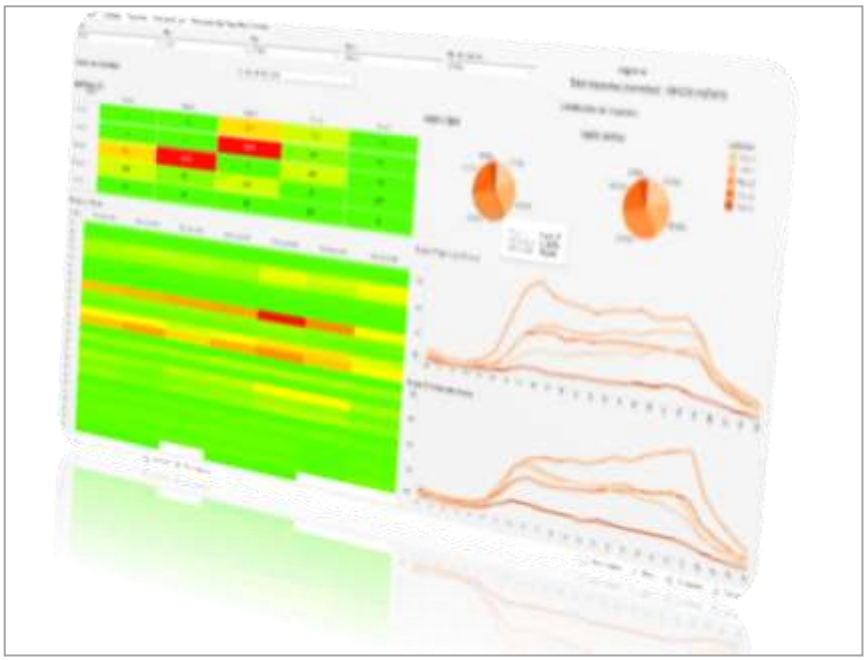
La herramienta tiene distintas fuentes de origen de datos:

- Carretera; equipamiento de campo; Captura de imágenes y video geolocalizados (GPS y relativos a puntos kilométricos); Geometría de la carretera (pendiente y peralte).
- Tráfico: Niveles de congestión; Tiempos de recorrido; Niveles de servicio.
- Vía: ingresos; tráfico; clientes.

- Alarmas y eventos.

La gestión, control y transformación de datos en información requiere inventariar los datos como activos de la concesión para poder realizar las acciones de mantenimiento pertinentes. Los indicadores de servicio que toda concesión tiene marcados se controlan a través del mantenimiento de los activos. Este mantenimiento, también permite el control y visualización de la infraestructura, la gestión de incidencias, incidentes, alarmas y eventos, la ejecución de protocolos, el seguimiento de obra, tareas de conservación, etc.

Toda esta información se transforma en conocimiento, explotación y toma de decisiones a través del *business intelligence* y se archiva en un repositorio común de datos que incluye datos de tráfico, ingresos, tarifas, clientes, datos macro, datos demográficos, siniestralidad, etc.



Se almacenan una gran cantidad de datos históricos lo que permite la previsión y la predicción, una de las grandes ventajas del Centro de Control de Datos. Además, permite la visión global de los universos de Tráfico y Clientes.

Finalizó su presentación exponiendo las ventajas de la CCI:

- Toma de decisiones.
- Explotación de datos en tiempo real.
- Transmisión de e-datos (Eliminación de fraude).
- Estandarización de datos, procedimientos y protocolos a nivel de grupo.
- Caracterización de la vía para valoración de nuevas licitaciones y/o vías existentes.
- Mejora de eficiencia.
- Simulaciones y previsiones.
- Comparación de resultados esperados y obtenidos.
- Visión global.
- Fidelización de clientes.

Más información:

Acceso a la presentación

Acceso al video

CAPTURA MASIVA DE DATOS PARA GESTIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS

Ingeniería INSITU

Pedro Arias

Hoy en día existen una serie de tecnologías en el mercado que se utilizan para la realización de trabajos de captura de datos, tanto en entornos urbanos como interurbanos (vías de ferrocarril y carreteras), a partir de esta captura se llevan a cabo inventarios de las infraestructuras, mediciones, etc. Una de estas tecnologías que en los últimos tiempos está adquiriendo más importancia son los sistemas *Mobile Mapping*, estos se caracterizan por proporcionar información de gran calidad y altas prestaciones, dando un valor añadido para la posterior gestión y mantenimiento de todo tipo de infraestructuras lineales o incluso ciudades enteras.

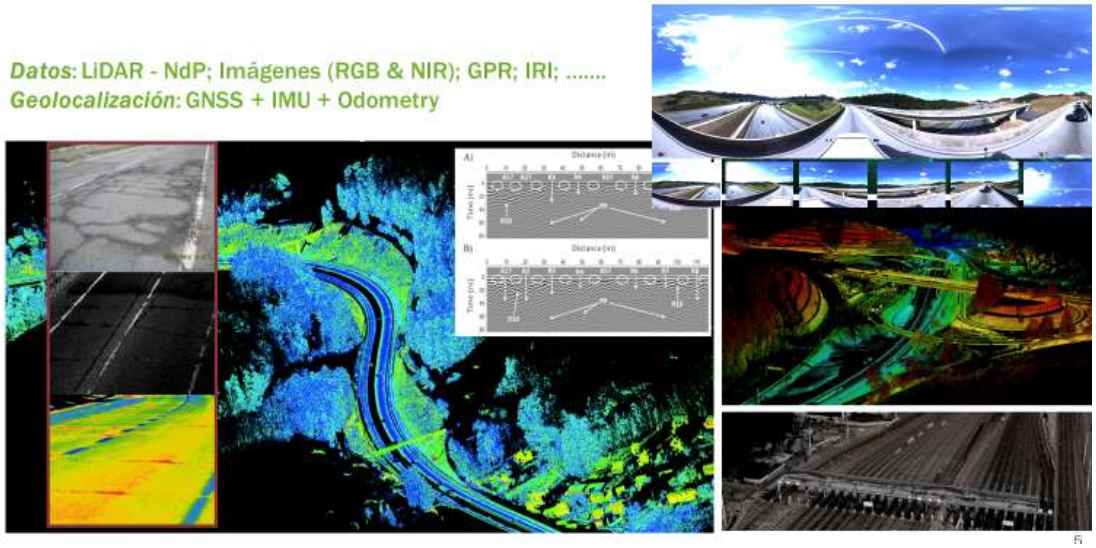
La captura masiva de datos LiDAR junto con imágenes georreferenciadas (RGB, IR o 360º), tomadas a través de una trayectoria definida por el vehículo donde se montan estos equipos, permite relacionar en un mismo proceso de captura de información, imágenes y nubes de puntos con precisión centimétrica para la gestión y mantenimiento de infraestructuras (ferrocarril, carreteras, aeropuertos, áreas urbanas, etc.). Para la correcta gestión de todos los datos obtenidos y procesados se utiliza diferentes tipos de software (destacaríamos por su versatilidad y capacidad de gestión de la información MSManager), teniendo como característica común en todos los casos la trayectoria del vehículo, vinculando a esta las imágenes y nubes de puntos, lo que permite georreferenciar toda la información capturada.

Las geotecnologías se pueden considerar como una serie de tecnologías y metodologías para la captura de datos del entorno generalmente de forma masiva, poniendo a disposición sistemas que permiten transformar estos datos en información para (entre otros objetivos) la gestión de infraestructuras.

Los ámbitos de trabajo abarcados por las geotecnologías se apoyan en una serie de tecnologías como: Sistemas LiDAR, Sistemas GNSS, Información de satélites, Georradar, Termografía Infrarroja, GIS y BIM, tienen aplicación entre otros en los siguientes ámbitos:

- Ingeniería Civil para la inspección y supervisión de infraestructuras y control estructural.
- Ingeniería costera para la inspección y control de defensas costeras.
- Smart Cities para modelado 3D, inventario urbano y control del tráfico.
- Vehículos autónomos para control de navegación y detección obstáculos en tiempo real.
- Industria para ingeniería inversa y control dimensional.

En muchos casos, las tecnologías ya han sido suficientemente testeadas, lo que permite considerar que han sido superados los periodos de maduración de la tecnología. En esta línea existen ejemplos como los productos desarrollados para la captura de datos georeferenciados, que se basa en sistemas de captura LIDAR e imágenes (RGB & NIR, infrarrojo cercano) coloreando la nube de puntos.



Otro ejemplo de productos que ya están en el mercado son los sistemas GIS de gestión de infraestructuras.

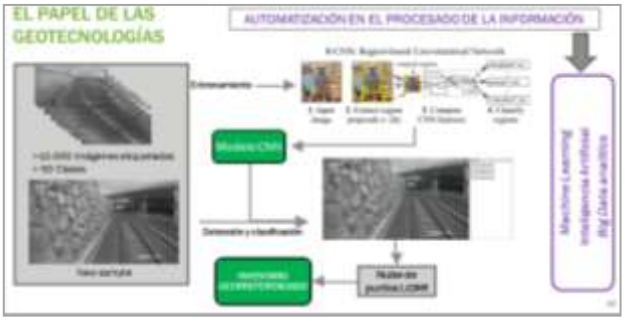
Las últimas tendencias en este ámbito se orientan hacia un cambio en los modelos de negocio basados en la generación de información georreferenciada. Uno de los objetivos clave que se persigue es la minimización de los costes de producción, maximizando el acceso a la información para el mayor número de usuarios. Como consecuencia se reducirán los levantamientos cartográficos ad hoc, tendiendo a la utilización de otras tecnologías que deberán ser multiescala, multiresolucion y multiplataforma.

El objetivo que se persigue es el desarrollo de herramientas que permitan "digerir" todos los datos que se recibe procedentes de distintas fuentes, analizarlos y generar información según el perfil de cada usuario interesado en la misma.

En esta línea, se trabaja en estrategias de automatización de procesos. Algunos ejemplos de interés de trabajos desarrollados en la empresa Ingeniería Insitu, son:

- Segmentación e identificación de puntos de luz en una red de alumbrado público a partir de análisis de nubes de puntos.

- Identificación y clasificación de activos a partir de imágenes georreferenciadas para conocer los elementos clave de la zona analizada, su estado y su clasificación.
- Generar inventarios con información georeferenciada de forma automática, minimizando la intervención de operarios, utilizando para ello diferentes estrategias de inteligencia artificial.
- Generación de modelos BIM de infraestructuras a partir de modelos de nubes de puntos e imágenes georefenciados.



Más información:

Acceso a la presentación

Acceso al video

Sesión de clausura

Carmen Vela. Secretaria de Estado I+D+i. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad

Juan Lazcano Presidente Fundación PTEC

Jesús Rodríguez. Director Gerente PTEC

La clausura del 14º Foro PTEC estuvo presidida Carmen Vela, Secretaría de Estado I+D+i, Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, y acompañada por Juan Lazcano, presidente del Patronato PTEC, y Jesús Rodríguez, Director Gerente de la PTEC.

Juan Lazcano revisó el alcance de los últimos Foros organizados por PTEC y señaló la preocupación del sector por su integración tanto en el Plan Nacional como en el nuevo Programa Marco. Asimismo, incidió en la importancia para la Plataforma de la financiación que hasta ahora se ha recibido del MEIC. Jesús Rodríguez destacó los aspectos principales tratados durante las presentaciones llevadas a cabo por los 14 ponentes en las sesiones del 14º Foro.

Carmen Vela clausuró la jornada señalando la importancia de la PTEC en los procesos de colaboración público-privada y en la mejora de la calidad de vida a través de la innovación.

Más información:

Acceso al video

Sesión de posters

Se organizó también una sesión de posters en la que se exhibieron 26 proyectos de I+D+i relacionados con las infraestructuras de transporte.

Se ha elaborado un video resumen en el que se muestran todos los posters exhibidos, disponible en el canal youtube de la PTEC

Además, todos los posters se pueden descargan en la web de la PTEC a través de los siguientes enlaces:

ALTERPAVE	*Use of end-of-life materials, waste and alternative binders as useful raw materials for pavements construction and rehabilitation*
CAPACITY4RAIL	*Increasing Capacity 4 Rail networks through enhanced infrastructure and optimized operations.*
CIVITAS-ECCENTRIC	Participación e innovación para unos barrios más accesibles. Hacia una movilidad equitativa en Madrid.
CRYSTALOFNOISE	Dispositivos de apantallamiento acústico abiertos adaptables a los problemas de ruido de las infraestructuras de transporte
DOVICAIM	Metodología para el diseño y optimización del ciclo de vida de cajones en infraestructuras marítimas.
FASSTBRIGE	*Fast and effective solution for steel bridges life-time extension*
GEOMOVE	Estudio dinámico de la movilidad escolar mediante tecnologías web de geolocalización - análisis de indicadores Big Geo-data sobre viarios urbanos.
HEALROAD	*Induction heating asphalt mixes to increase road durability and reduce maintenance costs and disruptions*
HERMES	Herramienta de gestión y ayuda a la toma de decisiones de mantenimiento de un sistema ferroviario.
INFRALERT	*Linear infrastructure efficiency improvement by automated learning and optimized predictive maintenance techniques*.
INFRARISK	*Novel Indicators for identifying critical INFRAstructure at RISK from natural hazards*.
LIFE DRAIN-RAIN	Purificación de Aguas de Escorrentía provenientes de Pavimentos.
LIFESOUNDLESS	*New generation of eco-friendly asphalt with recycled materials and high durability and acoustic performance*
LIFESURE	*Selfsustaining urban roads: A way to improve environmental performance of urban areas*
MOVEUS	*ICT cloud-based platform and mobility services available, universal and safe for all users*
PANDORA	Prospección, seguimiento e inspección Avanzada De infraestructuras y Obras mediante el desarrollo de tecnologías facilitadoras.

RAIN	*Risk Analysis of Infrastructure Networks in response to extreme weather*.
RARX	*Accelerate the commercialization of RARX technology process in the global markets of ecologically friendly rubber pavements*
REPARA 2.0	Desarrollo de nuevas técnicas y sistemas de información para la rehabilitación sostenible de pavimentos de carreteras
ROBOTRACK	Robotización de los sistemas de puesta en obra para un nuevo concepto de vía en placa aligerada.
SETA	*An open, sustainable, ubiquitous data and service ecosystem for efficient, effective, safe, resilient mobility in metropolitan areas*.
SORT-i	Sistemas Ópticos para la Gestión Activa de Riesgos Transitorios
SOVITEMP	Sonda Virtual para la medida de Temperatura en un Pavimento
STABILE	Nuevos conglomerantes cementicios para el óptimo aprovechamiento de todos los materiales de la traza.
SYOS	Metodología avanzada basada en zonificación sísmica para evaluar y manejar la sismicidad en obras subterráneas.
TUÑEL	Investigación para la 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

Agradecimientos

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

- Al Ministerio de Economía, Industria y Competitividad que cofinancia las actividades de la PTEC por el apoyo económico para el desarrollo de actividades de la PTEC y por su participación en la clausura del evento
- Al Colegio de Ingenieros de Caminos, coorganizador de este evento a través de su Comisión de docencia e investigación (difusión, cesión de las salas para la celebración, participación en la sesión de apertura y presidencia de la 2ª sesión)
- Al Ministerio de Fomento, por la presidencia de la sesión de apertura y la ponencia en la 2ª sesión.
- Al Ayuntamiento de Madrid, por la ponencia en la 1ª sesión
- A la Escuela de Ingenieros de Caminos (UPM), por la presidencia de la 1ª sesión
- Al Comité organizador formado por CEMOSA, CICCP, DRAGADOS, INECO, SACYR, TECNALIA y VIAS
- A todos los ponentes y los participantes con posters, especialmente los que no son miembros de la PTEC

Contacto

Plataforma Tecnológica Española de Construcción PTEC

c/ Jenner 3, 1ª izquierda

28010 Madrid

Telf.: (+34) 91 3085667

www.plataformaptec.es

DIRECTOR-GERENTE

Jesús Rodriguez Santiago

director@plataformaptec.es

SECRETARÍA

Elena Gayo Moncó

ptec@plataformaptec.es