INFORME

12º FORO PTEC
LA INNOVACIÓN EN LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN

Sevilla, 15 de noviembre de 2016

Organizado por

Cofinanciado por

JUNIO 2017

PTEC

INDICE

Objetivos 4
Algunos datos sobre la participación 4
Sesión de apertura e inauguración de la sesión de posters 6
Primera sesión. Nuevos procesos de construcción 7
Sesión de posters 32
Agradecimientos 34
Contacto 34

ANTECEDENTES

La PTEC organiza periódicamente Foros de Debate, concebidos como eventos públicos de difusión de distintas temáticas relacionadas con la I+D+i en construcción cuya finalidad es promover la interlocución de los miembros de la PTEC con otras entidades relacionadas con la I+D+i y acercar la PTEC a las distintas Administraciones Públicas, regionales y locales, y a las PYMES.

En este sentido, el pasado 15 de noviembre se celebró en Sevilla el 12º Foro PTEC "Innovación en procesos de construcción" en el que se debatió sobre la aplicación de distintas tecnologías innovadoras a los procesos constructivos. Impresión 3D, drones, realidad aumentada, economía circular o construcción 4.0 fueron algunas de las temáticas abordadas por especialistas en su aplicación a la industria de la construcción.

En paralelo, se organizó una exposición de posters con 30 proyectos de I+D+i relacionados con la temática del evento.

Este informe resume las distintas ponencias y, en la tabla siguiente, se incluyen los enlaces a estas presentaciones en pdf y los videos.

Impresión 3D en prefabricación y en construcción in situ.	Presentación	video
Impresión 3D a Gran Escala en Hormigón.	No disponible	No disponible
Proceso productivo integral para la industria de la construcción basado en tecnologías de fabricación aditiva: la construcción del futuro.	Presentación	Video
Procesos requeridos para la aplicación de nuevos materiales (RCDs).	Presentación	Video
Nuevos procesos constructivos de obra civil incorporando materiales reciclados en infraestructuras ferroviarias, carreteras y hormigones.	No disponible	No disponible
Nuevos procesos de construcción para la incorporación de materiales reciclados en mezclas bituminosas, terraplenes y hormigones.	Presentación	Video
Sistemas aéreos no tripulados en la construcción de estructuras.	Presentación	Video
Aplicaciones innovadoras en procesos de construcción mediante el uso de drones.	Presentación	Video
Implantación de drones en diferentes mercados: innovaciones legales, técnicas y normativas	Presentación	Video
La realidad aumentada aplicada a los procesos de construcción en obras civiles y edificación	Presentación	Video
Construcción 4.0: Las obras como factorías del futuro.	Presentación	Video
Sesión de posters		Video

OBJETIVOS

- Dar a conocer la Plataforma a entidades públicas y privadas de Andalucía
- 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 los procesos de construcción y presentar resultados de proyectos relacionados con estos procesos.
- 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

Se resumen a continuación los datos más destacables de la participación:

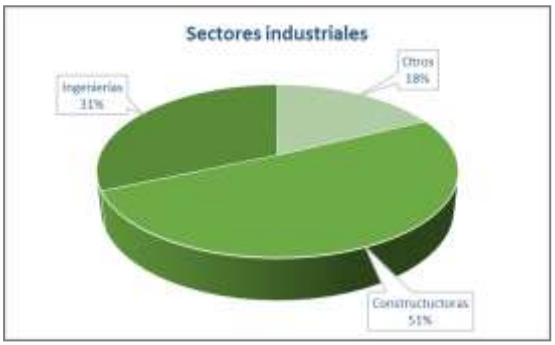
- A la jornada asistieron 140 personas de 88 entidades distintas.
- Una amplia mayoría de los asistentes procedía de Andalucía.
- La participación empresarial fue un poco superior al 50% siendo muy destacable la alta participación de PYMES que alcanzó el 26% del total.
- Por el contrario, hubo escasa participación de centros de Investigación y universidades
- Por sectores, algo más de la mitad de los asistentes empresariales pertenecían a empresas constructoras. Hubo una participación minoritaria de otros sectores como las empresas de materiales o los estudios de arquitectura

Las siguientes figuras ilustran estos datos.

Miembros PTEC asistentes
miembros
32%
No miembros
68%

Asistentes por región
Otras
17%
Madrid
20%
Andalucía
63%

Tipo de entidad
Otros
1%
AAPP
12%
C. Inv. y Univ
4%
C. Tecn.
18%
Ent. Intermedias
11%
G. empresas
28%
PYMES
26%


Sectores industriales
Otros
18%
Ingenierías
31%
Constructoras
51%

SESIÓN DE APERTURA E INAUGURACIÓN DE LA SESIÓN DE POSTERS

Carmen Clarisa Castañedo. 1ª Teniente de Alcalde del Ayuntamiento de Sevilla

Juan Lazcano. Presidente del Patronato Fundación PTEC

Jesús Rodríguez. Director Gerente PTEC

La sesión inaugural corrió a cargo de Carmen Clarisa Castañedo, 1ª Teniente de Alcalde del Ayuntamiento de Sevilla. En su ponencia explico la propuesta de proyecto europeo sobre eficiencia energética en edificación en la que están trabajando junto con los Ayuntamientos de Oslo y de Toulouse

Por su parte, el presidente de la Fundación PTEC presentó el 12º Foro PTEC y resumió las principales actividades desarrolladas por la PTEC, destacando entre ellas la organización periódica de Foros de debate relativos a distintos temas de interés para el sector. Señaló la importancia de la colaboración público-privada para abordar los grandes retos a los que se enfrenta la sociedad y acabó su ponencia animando a los asistentes a unirse a la Plataforma y a participar en sus actividades.

Antes de la sesión de apertura, se procedió a la inauguración de la exposición de posters en la que se exhibieron 30 proyectos de I+D+i relacionados con la temática del evento, que se detallan en este informe.

PRIMERA SESIÓN. NUEVOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN

Presidencia: Elías Atienza. Director General. CTA

Coordinación: Jesús Rodríguez. Director Gerente. PTEC

Ponentes

IMPRESIÓN 3D EN CONSTRUCCIÓN

- Impresión 3D en prefabricación y en construcción in situ. Jorge Rodríguez. Jefe de proyectos I+D de TICs y Medio Ambiente. Vías y Construcciones.
- Impresión 3D a Gran Escala en Hormigón. Carlos Gustavo García Jarabo. Gerente Departamento de Innovación, ACCIONA Ingeniería.
- Proceso productivo integral para la industria de la construcción basado en tecnologías de fabricación aditiva: la construcción del futuro. Victor Orodea. Coprosa.

MODIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN PARA EL RECICLADO MÁXIMO DE MATERIALES

- Procesos requeridos para la aplicación de nuevos materiales (RCDs). María José Sierra López. Jefe de Unidad de Control Técnico de Obras. Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
- Nuevos procesos constructivos de obra civil incorporando materiales reciclados en infraestructuras ferroviarias, carreteras y hormigones. Domingo Pérez. Director Dpto. I+D+i. Azvi
- Nuevos procesos de construcción para la incorporación de materiales reciclados en mezclas bituminosas, terraplenes y hormigones. Antonio Ramírez. Director I+D+i. SACYR Construcción

IMPRESIÓN 3D EN PREFABRICACIÓN Y EN CONSTRUCCIÓN IN SITU.
VÍAS Y CONSTRUCCIONES

Jorge Rodríguez

Jorge Rodríguez presentó la experiencia de VIAS en la impresión 3D.

La impresión 3D es la fabricación automatizada de un objeto tridimensional capa a capa. Esta tecnología se desarrolló en la década de los 80 para la fabricación de prototipos. La aplicación de esta tecnología a la construcción ofrece las siguientes ventajas al sector:

- Capacidad de industrialización de los procesos constructivos
- Libertad de formas permitiendo fabricar las piezas más adecuadas para cada necesidad
- Posibilidad de desarrollar una construcción customizada que permitirá la modificación de un proyecto de obra sin aumentar excesivamente el coste
- Reducción de los residuos generados en el proceso
- Transporte y envolvente más eficientes

La aplicación de la impresión 3D supone un cambio radical en los procesos constructivos en los que se pasará del diseño a la fabricación. Además, el uso de esta tecnología está íntimamente relacionado con BIM existiendo múltiples sinergias entre ambas tecnologías.

Se hizo una revisión de los elementos prefabricados y construcción in-situ más interesantes que han identificado hasta la fecha

Jorge Rodriguez finalizó su presentación explicando los proyectos de I+D+i relacionados con la impresión 3D que están desarrollando en VIAS:

PRINT'N BUILD es un proyecto financiado por MEIC que desarrollan en colaboración con CSIC y Fundación FCIM

Los principales logros de este proyecto son:

- Impresora transportable a obra. Instalada y lista para operar en 2-3 horas.
- Área de impresión: 4,8 x 4,5 x 2,5 m
- Materiales en base a cemento. Adaptable a mezclas 3DCONS (yeso y cales)

HIDCON (*Hybrid INDustrial CONstruction through a 3D printing "all-in-one" machine for large-scale advanced manufacturing and building processes*) es un proyecto financiado en H2020 que se inició en septiembre de 2016 y cuyos objetivos son:

- Integración AM&SM: post-procesado y mejores acabados finales mediante herramientas sustractivas
- Materiales en base a cemento + "impresión" armaduras con composites (experimental)
- Materiales de soporte (voladizos) fácilmente removibles (SM)
- Área de impresión: 15x 10 x 5 m (750 m^3)
- Incremento velocidad de trabajo (objetivo 1,4 m^3/h de material extruido)

3dCONS es un proyecto del programa CIEN en el que ya se cuenta con primeras formulaciones validadas (optimizando costes) con resistencias superiores a 40 MPa. Se han desarrollado ya pruebas de integración con primeros "pre-prototipos" de impresoras (terminadas), estando previsto contar con las impresoras finales en el segundo trimestre de 2017

Más información:

Acceso a la presentación

Acceso al video

IMPRESIÓN 3D A GRAN ESCALA EN HORMIGÓN.

ACCIONA INGENIERÍA

Carlos Gustavo García Jarabo

Después de una breve presentación de ACCIONA Ingeniería y de su actividad en innovación, Carlos Gustavo García Jarabo, hizo una revisión del estado actual de la tecnología de impresión 3D en el mundo.

Señaló que existen dos grandes escuelas en impresión aditiva 3D a gran escala en el mundo conocidas como *Americana* y *Europea*

Señaló el interés de estas tecnologías para la conservación del patrimonio tanto en el caso de destrucción por desastres naturales como por ataques terroristas y en la protección del hábitat y los ecosistemas. En este caso, se presentó el ejemplo de un equipo de investigadores australianos que han introducido corales impresos en 3D en Mónaco y Bahreim para analizar si es posible mantener las barreras de coral en las zonas en las que se están degradando.

Presentó distintos prototipos desarrollados con esta tecnología como mobiliario urbano ó elementos artísticos.

Finalizó su presentación explicando el proyecto LIFE REMOPAF en el que participan cuyo objetivo es trasladar desde Melilla a Algeciras ejemplares de Patella ferruginea, un molusco endémico del Mediterráneo cuya supervivencia peligra. Se trata de una operación delicada, que exige la aplicación de nuevos métodos, ya que experiencias previas de traslado no han ofrecido los resultados deseados. Entre las razones de la baja tasa de supervivencia de los ejemplares se apuntan los traslados sin el sustrato al que están adheridas las lapas y el estrés provocado por el viaje.

La propuesta del consorcio liderado por ACCIONA Ingeniería propone la creación de unos sustratos artificiales, AIMS (*Artificial Inert Mobile Substrates*), que se realizarán mediante la tecnología de impresión 3D desarrollada por ACCIONA S.A.

PROCESO PRODUCTIVO INTEGRAL PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN BASADO EN TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN ADITIVA

COPROSA

Víctor Orodea

Victor Orodea presentó en primer lugar la empresa COPROSA y resumió las actividades de I+D+i que están llevando a cabo

A partir de la construcción del viaducto de Valdetravieso, la empresa se planteó la posibilidad de desarrollar técnicas de impresión 3D con el objetivo de desarrollar obras complejas como esta con menor riesgo y menor uso de medios.

En septiembre de 2013 arrancó el proyecto CON3D que es la primera iniciativa empresarial, a nivel nacional, de fabricación aditiva aplicada a la industria de la construcción.

El proyecto CON3D (Desarrollo de un proyecto automatizado de fabricación de estructuras mediante tecnología de impresión 3D para el sector de la construcción) estaba financiado por CDTI.

El objetivo general del proyecto CON3D ha sido la investigación y desarrollo de un proceso automatizado de fabricación de estructuras en base cemento mediante tecnología de impresión 3D para la industria de la construcción.

Con los resultados obtenidos en el Proyecto CON3D, se ha validado la tecnología de impresión 3D en la industria de la construcción, poniendo en marcha un largo recorrido por el cual se podrán introducir tecnologías de impresión 3D en ésta.

El proyecto CON3D tenía tres grandes objetivos:

- I+D de nuevos materiales avanzados en base cemento para su aplicación mediante tecnologías de fabricación aditiva en el sector de la construcción.
- I+D de una metodología de diseño y fabricación de estructuras mediante nuevas técnicas de impresión 3D.

- Fabricación de un demostrador generada mediante tecnología de impresión 3D con materiales en base cemento que valide los resultados esperados.

El proyecto finalizó en 2015. Se detectaron las siguientes líneas de mejora para futuros proyectos:

- Necesidad de mejorar los acabados
- Limitación de las dimensiones

La empresa ha avanzado en esta línea de investigación mediante la puesta en marcha de otros dos proyectos de I+D+i:

- ARMA3DO (Investigación de nuevos procesos de armado de hormigón mediante tecnologías de impresión 3D) es un proyecto financiado por el Principado de Asturias que finalizó en 2015
- BUILD3DPRINT (proceso productivo integral para la industria de la construcción basado en tecnologías de fabricación aditiva) que está financiado por FEDER INTERCONECTA

Victor Orodea finalizó su presentación señalando los retos para el futuro:

- Reducción de costes
- Mejora Ecoeficiencia
- Nuevas propiedades
- Búsqueda de nuevos sistemas de refuerzo
- Certificación del Proceso - Producto
- Nuevos ensayos y Normalización
- Búsqueda de nuevos nichos de mercado y aplicaciones

Más información:

Acceso a la presentación

Acceso al video

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía

Mª José Sierra López

Mª José Sierra inició su presentación exponiendo las principales definiciones y el marco legal en materia de RCDs.

A este respecto, señaló como instrumento normativo específico en este ámbito el Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD).

El Plan Director Territorial de Gestión de Residuos no Peligrosos de Andalucía 2010 – 2019 se refiere en su Apartado 5.4 a los Residuos de Construcción y Demolición. La actual Directiva Marco de Residuos establece que, antes de 2020, deberá aumentarse hasta un 70% de su peso la preparación para la reutilización, el reciclado y otra valorización de los materiales contenidos en los RCD.

El uso de materiales RCD queda recogido en el PG-3 y en la EHE 08 pero de una forma muy restrictiva. Así las cosas, la Agencia de Obra Pública de la Junta inicio dos proyectos de I+D+i para aplicación de áridos reciclados en firmes de carreteras, uno en la provincia de Sevilla y otro en la de Málaga. Los tramos elaborados en el marco de estos proyectos fueron auscultados durante cuatro años y, en base a los resultados obtenidos se publicó en 2010 las *Recomendaciones para la redacción de pliegos de especificaciones técnicas para el uso de materiales reciclados de residuos de construcción y demolición.* Estas recomendaciones fueron pioneras en España al tratar el uso específico de residuos RCD.

Por otra parte, en el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR 2016-2022) se indica que para la consolidación de las actividades de reciclado requiere el desarrollo de medidas que faciliten la reincorporación de los productos reciclados al mercado, tales como instrumentos técnicos para mejorar la recogida y los procesos de reciclado que aseguren una mejor calidad de los productos reciclados; instrumentos normativos que eliminen trabas a estos productos.

Para conseguir que la aplicación de RCDs en obras sea una práctica habitual se requiere mejorar gestión plantas tratamiento y avanzar en los aspectos relacionados con normativa y recomendaciones técnicas. En este sentido se presentó el proyecto financiado por la Junta de Andalucía que está ejecutando la Universidad de Córdoba y

CEMOSA para promocionar el uso de los áridos reciclados de RCD en obras de infraestructuras viarias mediante el estudio de nuevas aplicaciones de mayor valor añadido. Los dos resultados que Mª José Sierra señaló como más interesantes son la guía de buenas prácticas en la gestión y tratamiento de los RCD y el catálogo de Firmes y Unidades de obra con áridos de RCD.

El catálogo presenta soluciones constructivas avaladas por la experiencia o bien calculadas considerando las características particulares de los materiales de RCD.

En el Catálogo (y la Guía de áridos reciclados) se establece un sistema de clasificación y designación de los áridos reciclados. Para cada Unidad de obra con AR se dan secciones tipo, criterios de proyecto y se recogen aspectos constructivos. Se especifican las características exigibles a cada uno de los materiales reciclados, en función del uso, capa y categoría de tráfico. Se han elaborado fichas modelo para los materiales reciclados.

Otro documento de especial interés elaborado en el marco de este proyecto es la Guía de Buenas Prácticas en gestión y tratamiento de RCDs. Esta guía pretende dar a conocer las obligaciones de cada uno de los agentes que intervienen en la gestión de los RCD y divulgar las buenas prácticas en la gestión que deben llevarse a cabo en las plantas de tratamiento autorizadas.

En la Guía se tratan aspectos relacionados con la ingeniería del proceso y se proponen sistema de control de calidad en la producción de áridos reciclados

Más información:

Acceso a la presentación

Acceso al video

NUEVOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE OBRA CIVIL INCORPORANDO MATERIALES RECICLADOS EN INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS, CARRETERAS Y HORMIGONES.

AZVI

Domingo Pérez

Domingo Pérez inició su ponencia presentando el Grupo AZVI y el departamento de I+D+i del grupo

En lo que se refiere a la incorporación de materiales reciclados en infraestructuras ferroviarias, carreteras y hormigones, explicó dos proyectos de AZVI en esta temática:

ASPE (*Use of eco-friendly materials for a new concept of Asphalt Pavements for a Sustainable Environment*) es un proyecto financiado en el marco de FP7 que pretende demostrar y validar un diseño ecoinnovador de pavimentos basado en la integración de materiales más sostenibles en su ciclo de producción. Este proyecto finaliza en 2017 con el desarrollo de dos demostradores reales y su objetivo es la aplicación de residuos lignocelulósicos de la industria del bioetanol para la obtención de mezclas bituminosas para carreteras

NANOHORMIGONES (Efecto de introducción de nano-carbonatos en formulación de hormigones) es un proyecto financiado por CDTI cuyo objetivo es la obtención de la formulación de nuevos hormigones de altas prestaciones mediante la introducción de nano-carbonatos procedentes de la industria de transformación de la piedra natural.

NUEVOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE MATERIALES RECICLADOS EN MEZCLAS BITUMINOSAS, TERRAPLENES Y HORMIGONES.

SACYR Construcción

Antonio Ramírez

Antonio Ramírez inicio su presentación explicando las posibilidades de la utilización de residuos RAP que son residuos obtenidos en los procesos de rehabilitación de carreteras. SACYR trabaja desde 2010 en el desarrollo de la tecnología de reciclado templado con emulsión (RTE) que está formado por RAP, una emulsión bituminosa como ligante y, eventualmente, árido.

Para desarrollar este material, ha sido necesario construir una planta que se ha financiado en el marco del proyecto LIFESURE que se comentó en su ponencia.

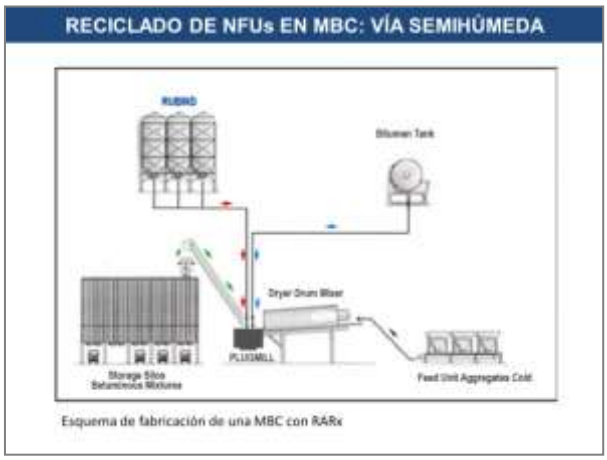
Esta tecnología se ha desarrollado a través de distintos proyectos tanto nacionales como internacionales. LIFESURE ha sido el de mayor envergadura. Se presentaron distintos resultados de las pruebas realizadas en el marco de este proyecto en la pista de ensayos de CEDEX.

Además, en este proyecto se hizo un tramo de ensayo en la calle Mendez Álvaro de Madrid que actualmente se está auscultando.

Antonio Ramírez también explico las actuaciones de SACYR para intentar aumentar la tasa de reciclado en las mezclas de reciclado en caliente. Para conseguir estos aumentos han desarrollado una tecnología de doble tambor para la fabricación del

producto. Con esta tecnología han desarrollado en la Nacional I un reciclado en caliente de 26.480 T.

Respecto a la utilización de caucho de neumáticos fuera de uso, SACYR ha desarrollado la tecnología que han llamado *Vía semihúmeda*. Se ha desarrollado en el marco de un proyecto con VALORIZA y COMPOSITE y ha generado una patente. Se ha desarrollado un tramo de pruebas en Fuenlabrada y las conclusiones de estas pruebas se presentaron en la ponencia



Finalizó su ponencia presentado otras experiencias desarrolladas por SACYR en el ámbito de la aplicación de materiales reciclados como:

- uso de residuos de SILESTONE
- aplicación de neumáticos fuera de uso en terraplenes
- estabilización de suelos con cenizas de biomasa y térmica
- reciclado de RCDs en hormigones
- reciclado de RCDs mixtos en suelocemento

Más información:

Acceso a la presentación

Acceso al video

SEGUNDA SESIÓN. NUEVOS SISTEMAS DE AYUDA APLICADOS A LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN

Presidencia: José Francisco Pérez Moreno. Director General. AOPA

Coordinación: Jesús Rodríguez. Director Gerente. PTEC

Ponentes

- Sistemas aéreos no tripulados en la construcción de estructuras. Aníbal Ollero. Catedrático de la Universidad de Sevilla y asesor Científico del Centro de Tecnologías Aeroespaciales
- Aplicaciones innovadoras en procesos de construcción mediante el uso de drones. Juan Antonio Báez. Dtor. Departamento Oficina Técnica y Topografía. Responsable Departamento I+D+i. Sando
- Implantación de drones en diferentes mercados: innovaciones legales, técnicas y normativas. Luis Moratinos. Jefe de topografía de oficina técnica. Ferrovial
- La realidad aumentada aplicada a los procesos de construcción en obras civiles y edificación. Miguel Segarra, Jefe Departamento I+D+i. Dragados
- Construcción 4.0: Las obras como factorías del futuro. David Díez Díez, Consultor de Innovación Tecnológica en Maquinaria de Construcción. Itainnova, Anmopyc

SISTEMAS AÉREOS NO TRIPULADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS.

Universidad de Sevilla

Aníbal Ollero

Anibal Ollero inició su ponencia explicando los orígenes de la robótica en construcción para pasar a la robótica aérea y la manipulación robótica.

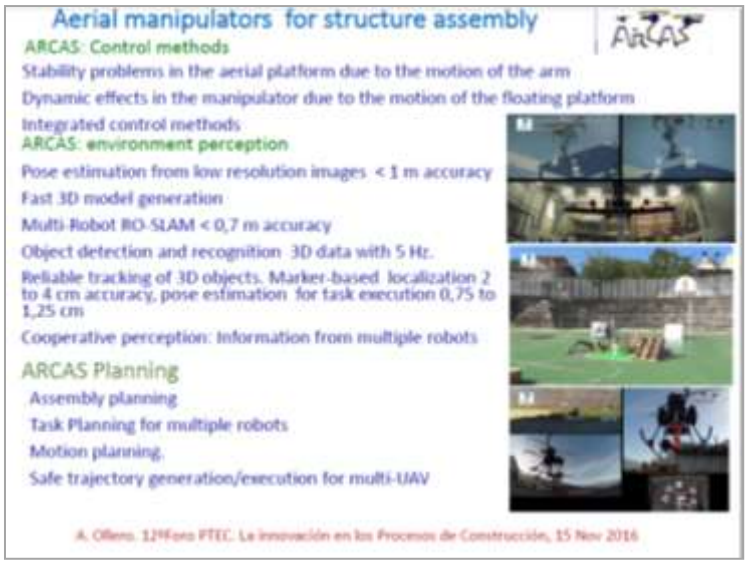
Entre las líneas de experiencia del equipo de investigación que coordina Anibal Ollero destacan:

- Navegación sin GPS
- Planificación de trayectorias
- Transporte de carga
- Robótica aérea de manipulación

Presentó como ejemplo el proyecto europeo AWARE que se desarrolló entre 2006 y 2009. En este proyecto se desarrolló el primer experimento en el mundo de transporte colaborativo de carga mediante robots aéreos. Las pruebas del sistema desarrollado conseguían colocar una carga con una precisión de 50 cm

El grupo ha trabajado también en manipulación aérea para en lugares difícil accesibilidad. En este sentido desarrollaron el proyecto ARCAS. Aunque existían algunas experiencias previas de la Universidad de Pensilvania y del EHT de Zurich, en todos los casos se utilizaban sistemas muy específicos. El proyecto ARCAS pretendía desarrollar sistemas como los utilizados de forma habitual en robótica

El objetivo era dotar al sistema de capacidades generales. Para ello tuvieron que desarrollar sistemas de control que integraran la estabilidad y el control de la plataforma con el movimiento del brazo y considerar también los sistemas de posicionamiento. Querían conseguir una precisión de entre 1 y 2 cm en el posicionamiento. Se presentó un video resumen del proyecto que mostraba pruebas reales del prototipo desarrollado



Posteriormente, han iniciado el proyecto europeo AEROARMS que pretende aplicar el proyecto ARCAS. En el marco de este proyecto se van a desarrollar aplicaciones en refinerías. Pretenden desarrollar un sistema que sustituya a un operario que debe inspeccionar una zona de difícil acceso. Además, en el marco de este proyecto se han desarrollado robots con dos brazos que permiten hacer aplicaciones que no se podían hacer con los prototipos anteriores

También trabajan en el proyecto AEROBI para inspección por ultrasonidos de puentes por contacto

Aníbal Ollero finalizó su presentación señalando las siguientes conclusiones:

- Consideran que la robótica aérea es una evolución de los sistemas aéreos no tripulados
- Son capaces de intervenir en zonas donde no hay señal GPS, transportar carga, coordinar en esas tareas múltiples robots y realizar tareas de manipulación robótica aérea.
- En este último campo el equipo pretende pasar de un TRL 4 a un TRL 6 en un plazo de 3-4 años
- El equipo es líder europeo en robótica aérea
- Están sometidos a normativa de seguridad y sus líneas de trabajo incluyen el cumplimiento eficiente de la legislación y normativa de los robots desarrollados.

Más información:

Acceso a la presentación

Acceso al video

APLICACIONES INNOVADORAS EN PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN MEDIANTE EL USO DE DRONES.

SANDO

Juan Antonio Báez

Juan Antonio Báez presentó distintas aplicaciones innovadoras del uso de drones en construcción.

Inició su ponencia presentando el Grupo SANDO señalando que la empresa utiliza drones en todas sus áreas de negocio, aunque el uso más extendido es en las áreas de materiales, medioambiente y construcción.

Aunque la empresa de forma tradicional ha incorporado la tecnología comercial necesaria a las líneas de producción, la incorporación de tecnologías UAV se está haciendo a partir de desarrollos de I+D+i propios.

El primer proyecto que desarrolló la empresa en esta área es el proyecto LAS_ROADS (finalizado en 2010) que pretendía la captura de información espacial a partir de la combinación de sensor láser terrestre, mobile mapping y lidar aerotransportado para proyectos de obra civil y cuyas principales conclusiones fueron:

- El sistema lidar aéreo, ofrece unas **precisiones válidas** para el control movimiento de tierras de una obra civil.
- La **restitución fotogramétrica** es equiparable al lidar aéreo en condiciones de ausencia de vegetación.
- Frente a la productividad de los sistemas aéreos se encuentra la problemática de **falta de disponibilidad** de aviones convencionales.

Para solventar las debilidades identificadas en este proyecto, SANDO puso en marcha otros proyectos:

- El proyecto LIBELLA (Fecha de presentación Abr/2013) financiado por CDTI que desarrolló un sistema topo cartográfico miniaturizado de alta precisión embarcable en UAV para aplicaciones de la obra civil lineal e industrial.
- El proyecto UAV-ROADS (Fecha de presentación Jul/2013) financiado por CTA para desarrollar de un sistema fotogramétrico de adquisición de información útil en la gestión de proyectos de vías de comunicación basado en el empleo de sistemas micro-UAV.
- El proyecto UAV-Geomatic (Fecha de presentación Ene/2015), financiado por CTA, cuyo título es "Mejora de los sistemas de adquisición de información topo-cartográfica adecuada para la gestión de proyectos relacionada con la Ingeniería Civil basados en el empleo de técnicas fotogramétricas a partir de sensores instalados en dispositivos micro-UAV"
- El proyecto 3D- COAST que desarrolla una monitorización espacial de zonas costeras vulnerables mediante plataformas aéreas controladas de manera remota". Este proyecto, financiado por CTA se presentó en julio de 2015

En cuanto al marco legal, señaló las principales condiciones que se deben cumplir:

- Caracterización de aeronaves habilitadas.
- Formación reglada y acreditada de pilotos.
- Requisitos físicos mínimos.
- Límites geográficos definidos para las operaciones.
- Límites operacionales y de seguridad.

Presentó ejemplos reales de los distintos tipos de imágenes que pueden obtener indicando las aplicaciones de cada una:

<u>Imágenes en formato 360º</u>

- Estudios de obra.
- Seguimiento de obras en ejecución.
- Material gráfico para divulgación.
- Implantación de obras.

- Seguridad y salud.

Imágenes en perspectiva

- Estudios de obra.
- Seguimiento de obras en ejecución.
- Material gráfico para divulgación.
- Implantación de obras.
- Seguridad y salud.

Ortofotografías y ortofotomapas

- Seguimiento de obras en ejecución.
- Material gráfico para divulgación.
- Implantación de obras.

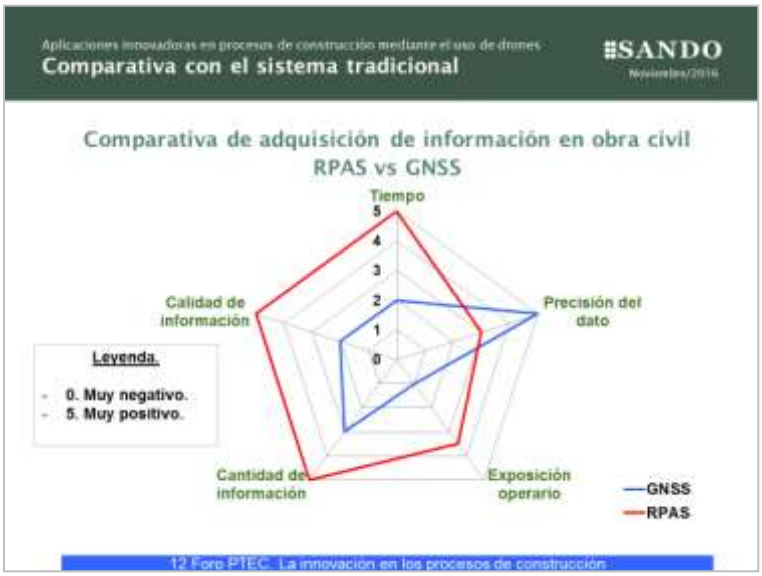
Nubes de puntos

- Seguimiento de obras en ejecución.
- Material gráfico para divulgación.
- Implantación de obras.

Modelos digitales del terreno

- Estudios de obra.
- Seguimiento de obras en ejecución.
- Material gráfico para divulgación.
- Implantación de obras.
- Seguridad y salud.

Juan Antonio Báez finalizó su ponencia presentando una comparativa de adquisición de información en obra civil RPAS vs GNSS según queda recogido en la siguiente figura



Más información:

Acceso a la presentación

Acceso al video

IMPLANTACIÓN DE DRONES EN DIFERENTES MERCADOS: INNOVACIONES LEGALES, TÉCNICAS Y NORMATIVAS.

FERROVIAL

Luis Moratinos

Luis Moratinos inicio su presentación mostrando las capacidades y experiencia de FERROVIAL en los aspectos relacionados con el uso de drones.

Actualmente la empresa tiene pilotos y recursos en todas las zonas en las que está presente. En cuanto al marco legal, señaló la necesidad de adaptarse a la legislación de cada país.

Respecto a la experiencia de FERROVIAL han desarrollado medición de precisión, cartografía, modelos del terreno e imagen corporativa. Han desarrollado pruebas en 14 escenarios con su RPA y más de 50 vuelos (12 con otros RPA´s). Los principales problemas identificados son:

- Software de planificación,
- Baterías
- Sensor no específico,
- Versiones del software de procesado.

Actualmente están trabajando en distintos proyectos de I+D con sensores a través de distintas colaboraciones con, por ejemplo, el MIT (USA) & RMIT (AUS).

Señaló las dificultades para aplicar la tecnología en obras dado que en muchos casos estas obras están en entornos en los que no es posible el uso legal de drones.

Un aspecto muy importante es la adaptación a la legislación que es distinta en cada país. La empresa debe utilizar los reglamentos aeronáuticos que requieren unos periodos de implantación muy largos. Presentó como ejemplo el programa de implantación de drones de la OACI

En España se espera la aprobación del Real Decreto desde hace más de un año que tenga al menos los siguientes cambios:

- Operaciones sobre núcleos urbanos y aglomeraciones de personas
- Operaciones más allá del alcance visual del piloto
- Operaciones nocturnas

- Operaciones en espacio aéreo controlado
- Operaciones dentro del alcance visual aumentado

De forma habitual, las modificaciones de la legislación se producen muy rápidamente porque los sistemas están influidos por la evolución tecnológica, por ejemplo.

Señaló como ejemplo la incorporación de las grandes empresas mundiales al campo de los sensores de vuelo lo que previsiblemente generara cambios radicales en muy poco tiempo o el desarrollo de nuevas aplicaciones de software

Como principales conclusiones, Luis Moratinos señaló:

- La importancia de las sinergias entre los distintos especialistas involucrados
- Estas aplicaciones tienen una inversión elevada y una rentabilidad dudosa por lo que se plantea la posibilidad de subcontratar más que invertir
- Tecnología y regulaciones en continua evolución.
- Operadores locales expertos en vuelo y con las licencias
- Especialización. I+D
- Es un medio que permite hacer lo que sabemos hacer.

Más información:

Acceso a la presentación

Acceso al video

LA REALIDAD AUMENTADA APLICADA A LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN EN OBRAS CIVILES Y EDIFICACIÓN.

DRAGADOS

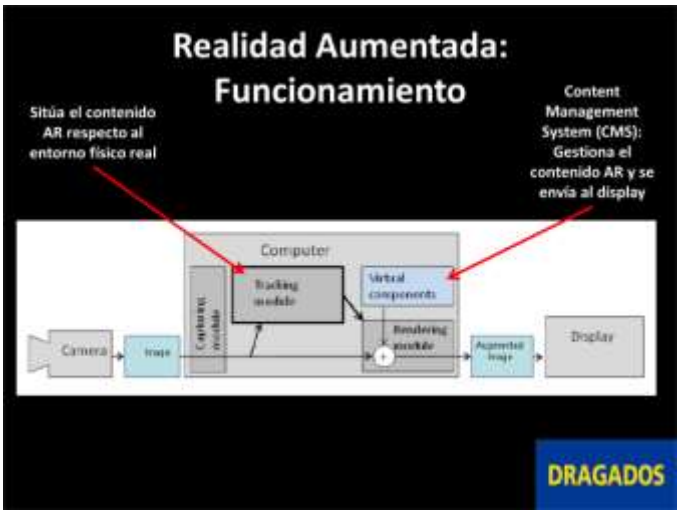
Miguel Segarra

Miguel Segarra presentó la visión de DRAGADOS sobre la aplicación de las tecnologías de realidad aumentada a los procesos de construcción y mostró algunos ejemplos de aplicación de estas tecnologías.

Inició su presentación mostrando los inicios de estas tecnologías que se remontan a la década de los años 60 del siglo XX y explicó la evolución prevista de este tipo de tecnologías, pasando del estado actual en el que le usuario combina hardware e interface para acceder a la información hasta un estado en el que los elementos intermedios e interfaces se eliminan y se accede a la información directamente.

Señaló como principales criterios para que las tecnologías de realidad aumentada sean de utilidad en el sector de construcción:

- Es interactiva en tiempo real.
- Se muestra en 3D.
- Incorporación de datos e información digital en un entorno real, por medio del reconocimiento de patrones y de la posición.



Explicó que se espera que estas tecnologías estén incorporadas a los procesos de producción, independientemente de los sectores, en un plazo de unos 5-10 años y presentó un esquema general de funcionamiento de las tecnologías de realidad aumentada.

En el caso concreto de la aplicación a construcción señaló los siguientes inconvenientes:

- La influencia negativa en los aspectos de seguridad y salud ya que la realidad aumentada impide ver otras cosas.
- Falta de comunicaciones en la obra.
- Coste prohibitivo.
- Calidad de la información suministrada.
- Falta de integración con sistemas BIM para la gestión de contenidos.
- Uso limitado de información contextual (e.g. Google glass RA 2D).
- Complejidad y capacidad de la tecnología de seguimiento.
- Precisión de la posición de los dispositivos usados en obra.
- Nivel de detalle requerido por el contenido RA.
- Problemas con la interfaz hombre-máquina.

Y como principales ventajas:

- Visualización utilizando modelos 2D o 3D.
- Permite ver cómo quedara la obra en el mundo real y a la escala adecuada.
- Demostraciones de potenciales opciones de diseño.
- Planificación 4D de los proyectos. El modelo 3D de la construcción se secuencia sobre el mundo físico, pudiendo comprobarse la secuencia de la construcción.
- Seguridad. Utilización de iconos o pop-ups de advertencia aumentando la realidad.
- No conformidades o RFIs: Pueden ser visualizadas de la misma forma que en el caso de la seguridad.
- Tareas de entrenamiento, operación y mantenimiento.

Señaló también el interés que podría tener el uso de realidad aumentada en combinación con BIM. En este sentido, la forma en la que BIM se utiliza actualmente en la industria crea una desconexión entre el modelo virtual y el entorno físico real. El uso de BIM combinado con la RA puede permitir sobreimponer los datos virtuales sobre el modelo físico real mejorando la conexión entre ambos entornos. Adicionalmente, el uso combinado con tecnología de escaneado 3D y redes de sensores inalámbricos puede mejorar la eficiencia del ciclo de vida de la construcción en todas sus etapas.

Finalizó su presentación mostrando distintos ejemplos de aplicaciones desarrolladas en DRAGADOS:

- El primer caso es un ejemplo de realidad mixta que se desarrolló en Bank Station en Londres
- LINNEO: es una aplicación de prevención de riesgos en la que se instrumentan las máquinas y se ofrece a los operadores una interface para avisarle si hay algún peligro en el entorno. En línea con este proyecto, señaló la importancia de obtener una información adecuada para transmitir y la dificultad de conseguir esta información
- SICURA es una aplicación en la que la cámara se monta en una grúa y se superpone la imagen real de la obra con los datos virtuales. Se mostraron aplicaciones de esta tecnología tanto en edificación como en mantenimiento de maquinaria
- INSITER es un proyecto actualmente en curso en el que se utilizan imágenes térmicas para analizar la eficiencia energética de edificios
- RATIO que utiliza imágenes topográficas para construir un modelo 3D de lo que se quiere construir permitiendo realizar un control de dimensionado automático

Las conclusiones finales presentadas fueron:

- Pequeñas demostraciones en obras escogidas son posibles.
- El despliegue de forma industrial, a gran escala, no parece factible a día de hoy.
- Hacen falta soluciones específicas para el sector de la construcción.
- Problema de la seguridad.
- Es necesaria la existencia de soluciones genéricas (por ej. interoperabilidad RA y BIM).
- A pesar de los problemas actuales de la RA en el sector de la construcción, el potencial de la tecnología es innegable.

Más información:

Acceso a la presentación

Acceso al video

CONSTRUCCIÓN 4.0: LAS OBRAS COMO FACTORÍAS DEL FUTURO.
ITAINNOVA

David Díez

David Díez inició su presentación señalando que nos encontramos ante un nuevo escenario económico, social y tecnológico que obliga a los sectores industriales a reinventarse para poder adaptarse a esta nueva realidad. El sector de la construcción no puede ser ajeno a este cambio.

Esta transformación irá hacia lo que se llamamos Construcción 4.0, que no es otra cosa que asimilar la doctrina o los principios de esa cuarta revolución que está viviendo ya la industria manufacturera, la conocida como Industria 4.0.

Sin embargo, esta transformación o evolución requiere de un paso previo. Antes de asimilar los principios de la Industria 4.0 quizás la construcción debería primero parecerse más a una industria manufacturera. Es decir, el sector debería industrializarse.

Presentó dos enfoques de los que se conoce como industrialización de la construcción: El enfoque Lean que señala que "*se trata de la reducción drástica de actividades de construcción con personas en la propia obra para mejorar la eficiencia de los procesos y la seguridad de los mismos a través de mejoras en los sistemas de planificación, la creación de sistemas constructivos modulares y la automatización de operaciones en la obra*" y el enfoque tecnológico en el que la maquinaria y el equipo son los impulsores del trabajo.

David Díez propuso un triple enfoque para la Construcción 4.0 en el que participan la tecnología, las personas, y el negocio incidiendo en que con la Construcción 4.0 cambiarán los profesionales del sector, y cambiarán los modelos de negocio de las empresas.

Presentó los drivers tecnológicos de la nueva industria, incidiendo en que a lo largo del Foro se habían presentado ejemplos de aplicaciones en el sector de muchos de ellos

Definió la construcción 4.0 como cualquier iniciativa de cambio apoyada en tecnología basada en las personas que suponga un cambio en los procesos actuales con una clara orientación al cliente y presentó las seis grandes áreas que definen lo que es la construcción 4.0: Interoperabilidad, virtualización, descentralización, capacidades de tiempo real, orientación al servicio y modularidad.

Insistió en que ya existe tecnología para dar respuesta a los retos del sector y señaló la importancia de la formación de los trabajadores para usar las tecnologías de la industria 4.0 y también la necesidad de que los procesos estén adaptados para sacar el máximo partido a dichas tecnologías.

Finalizó su ponencia presentando distintos casos de tecnologías aplicadas al sector de la construcción.

Más información:

Acceso a la presentación

Acceso al video

SESIÓN DE POSTERS

Durante el 12º Foro PTEC, se llevó a cabo una exposición de posters de proyectos de I+D+i en procesos de construcción en la que se expusieron 30 proyectos.

Estos posters están disponibles en la sección de documentos de la web de la Plataforma y puede accederse a los mismos a través de los enlaces siguientes:

3DCONS	Nuevos Procesos de Construcción Mediante Impresión 3D.
4SBLOCK	*Pavement Building System based on Detachable and Embedded Blocks*
ADAPTIWALL	*Multi-functional light-weight WALL panel base on adaptive Insulation and nanomaterials for energy efficient building*
ALTERPAVE	*Use of end-of-life materials, waste and alternative binders as useful raw materials for pavements construction and rehabilitation* refurbishment.
BREASER	*Breakthorugh solutions for adaptable envelopes for building refurbishment*
BRICKER	*Total Renovation Strategies for Energy Reduction in Public Building Stock.*
BUIL3DPRINT	Proceso productivo integral para la industria de la construcción basado en tecnologías de fabricación aditiva
BUILDHEAT	*Standardised approaches and products for the systemic retrofit of residential Buildings, focusing on heating and cooling consumptions attenuation*
COMPOVÍA	Materiales compuestos de base NFU para capas intermedias de líneas ferroviarias
CONTFIX	Nuevo sistema de contención de tierras

ECO-SEE	*Eco-innovative, Safe and Energy Efficient Wall panels and materials for a healthier indoor environment*
ECOSANDFILL	*Spent foundry sand valorisation in construction sector through the validation of high-performance applications*
FISSAC	*Fostering industrial symbiosis for a sustainable resource intensive industry across the extended construction value chain*
HISER	*Holistic Innovative Solutions for an Efficient Recycling and Recovery of Valuable Raw Materials from Complex Construction and Demolition Waste*
HOLISTEEC	*Holistic and Optimized Life-cycle Integrated SupporT for Energy-Efficient building design and Construction.*
LIFE SURE	*Selfsustaining urban roads: A way to improve environmental performance of urban areas*
LIFE SOUNDLESS	*New generation of eco-friendly asphalt with recycled materials and high durability and acoustic performance.*
Need4B	*New Energy Efficient Demonstration for Buildings*
NEW JERSEY	Sistemas de contención con materiales reciclados y caucho de neumáticos fuera de uso
PANDORA	Prospección, seguimiento e inspección Avanzada De infraestructuras y Obras mediante el desarrollo de tecnologías facilitadoras
R2Cities	*Renovation of Residential urban spaces: Towards nearly zero energy CITIES*
RECYTRACK	Material elastomérico respetuoso con el medio ambiente elaborado en base a una mezcla de resina y neumático triturado fuera de uso para aplicaciones ferroviarias
REPARA 2.0.	Desarrollo de nuevas técnicas y sistemas de información para la rehabilitación sostenible de pavimentos de carreteras
RT2 e	Desarrollo de pavimentos sostenibles de larga duración
SEAPORT	*Self healing and resistant Asphalt for ports*
SORT-i	Sistemas ópticos para la gestión activa de riesgos transitorios
SUP&R ITN	*Sustainable Pavement and Railway Initial Training Network.*
SWARMS	*Smart and Networking UnderWAter Robots in Cooperation Meshes*

Se elaboró también un video resumen de la sesión de posters que está disponible en el canal Youtube de la PTEC

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, Industria y Competitividad que cofinancia las actividades de la PTEC
- Al Ayuntamiento de Sevilla por la cesión de las salas donde se celebró la jornada y la presidencia de la sesión de apertura
- A la Corporación Tecnológica de Andalucía por el apoyo en la organización del evento y la presidencia de la 1ª sesión
- A la Agencia de Obras Públicas de la Junta de Andalucía por la presidencia de la 2ª sesión y la presentación de una ponencia
- 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