

ATLASTECH REVIEW

Nº 22 | 7 de enero de 2024

J. Schooling: "La construcción es conservadora en exceso" / 2-3

Obra pública digital by design y con visión sistémica / 6 y 7

Collaborate Zaragoza conecta espacio, tren y MIT / 16



“LA CONSTRUCCIÓN ES CONSERVADORA EN EXCESO, HACE FALTA UN UMBRAL MÁXIMO DE RECURSOS”

JENNIFER SCHOOLING ES ORDER BRITISH EMPIRE (OBE) Y DIRECTORA DEL CAMBRIDGE CENTRE FOR SMART INFRASTRUCTURE AND CONSTRUCTION (CSIC)

EUGENIO MALLOL

Cuáles son las tendencias en las que está enfocado el CSIC.

En CSIC, analizamos cómo usamos los datos para diseñar, construir y administrar mejor nuestro entorno. Tenemos dos áreas de enfoque clave: una es la infraestructura construida, como los puentes, los sistemas de agua, los sistemas de carreteras, ferroviarios o de energía. La otra área es el tipo de ciudades y lugares. Un desafío son los activos físicos en sí mismos, porque muchos son muy antiguos y no tenemos buena información sobre ellos. No podemos simplemente derribar cosas y reconstruirlas, porque eso es un desperdicio de recursos y carbono, y no tenemos el dinero para hacerlo de todos modos. Debemos mantener operativa nuestra infraestructura existente durante el mayor tiempo posible. Cuando pensamos en eso, miramos hacia atrás 200 años, porque gran parte de nuestra infraestructura se construyó en el siglo XIX, y hacia adelante 200 años porque, dado que esa infraestructura duró 200 años, lo que estamos construyendo ahora debe durar otros 200. Así que tenemos un horizonte temporal de 400 años. Obviamente, necesitamos muchos datos buenos sobre esos activos. Lo que percibimos al analizar proyectos de ciudades inteligentes, a pesar de que lo son, es que a menudo no sobreviven ni escalan bien. Solo hablamos de 20 años de historia tecnológica, así que podremos entrar en algo un poco más detallado, la perspectiva es esa.

-Por qué no funcionan bien.

Ha habido tradicionalmente un enfoque tecnológico, en lugar de un enfoque de caso de uso. En realidad, se trata de lo que los ciudadanos quieren y lo que necesitan. Todavía estamos aprendiendo cómo gobernar las iniciativas de ciudades inteligentes y cómo configurarlas para eso. No son sólo un trabajo desde una perspectiva técnica, sino también de caso de negocio y, casi lo más importante, desde una perspectiva de gobernanza y confianza, de ética, porque puedes, sin darte cuenta, establecer cosas de manera incorrecta. Me apasiona personalmente lo relacionado con esa parte: cómo aumentar la confianza en los datos y mejorar la utilidad de las ciudades inteligentes.

-Hay que responder esa pregunta incorporando, además, la crisis climática.

En infraestructuras, trabajas con muchos ingenieros, de modo que volvemos a esa parte impulsada por la tecnología y el optimismo tecnológico. A menudo, se pierden lo grande.

Todo el mundo entiende que la crisis climática obviamente es crítica y que tenemos que reducir el carbono, pero todavía no estamos usando nuestros datos de una manera que nos ayude a diagnosticar realmente dónde estamos gastando ese CO2 y por qué. Nuestro sector tiende a construir y diseñar cosas muy conservadoras, que utilizan mucho más material del que necesitan. Hace 20 o 30 años, cuando no entendíamos necesariamente el impacto del cemento y el acero en el clima, eso era lo más sensato, porque estamos legislados para la seguridad. Nadie quiere que un tren se estrelle, ni que un puente falle, ni nada por el estilo. El problema es que la respuesta fácil a la seguridad es verter más hormigón, poner más acero, hacer algo más grande de lo necesario. Eso ahora no es aceptable, no tenemos el presupuesto de CO2 y, francamente, no nos quedan los recursos materiales para hacerlo. Por lo tanto, no solo necesitamos una especie de umbral mínimo, sino un umbral máximo, y eso aún no existe.

-Un sector, por tanto, menos conservador.

Una de las razones por las que nuestro sector es tan conservador es porque nadie se fía de nadie en la cadena de suministro. Los diseñadores se exceden porque no están muy seguros de cómo se va a construir, y los contratistas toman esos diseños, los recrean y los hacen aún un poco más conservadores. Luego, los fabricantes de materiales ofrecen algo que es más conservador nuevamente. Así que cuando llegas al final de ese viaje, tienes un 40% más de CO2 del que necesitas.

-Si expandes el gemelo digital a todo este ciclo de vida del proyecto... podría ser una solución compartir los mismos datos.

En última instancia, lo que queremos es una especie de sistema ciberfísico en el que tengamos el gemelo digital y el físico. Usaremos el gemelo digital, que tiene modelos basados en datos, para entender lo que pasa con la cosa física y luego decidir qué tenemos que hacer. Así logras un círculo virtuoso. Eso es fundamental, el reto es construir gemelos digitales útiles...

-...para todo todo el ciclo de vida.

Como sector, no somos muy buenos en gestionar y curar nuestros datos. La gente a veces dice: "Oh, somos pobres en datos", pero no es así. El problema está en que tendemos a capturar datos para cualquier propósito, los miramos una vez y luego los tiramos lejos o, peor aún, los archivamos en algún lugar del que no los podemos recuperar. El sector está también muy segmentado, tanto en términos de todo el ciclo de



La directora del Cambridge Centre for Smart Infrastructure and Construction (CSIC), Jennifer Schooling.

vida del activo, como incluso dentro de un período particular de su vida. Hay muchas organizaciones diferentes involucradas y, por lo tanto, los datos se encuentran en muchos silos desconectados. Tenemos que comprender el valor de nuestros datos y averiguar cómo compartirlos. Parte de eso tiene que ver con los estándares, pero otra parte con la cultura y las prácticas. Es realmente urgente porque no podemos reducir las emisiones de carbono si no entendemos lo que estamos haciendo.

-Cuando se habla del valor de los datos, uno de los sectores clave es el automóvil, no sólo por el uso que hacen en el vehículo, sino por la necesidad de conectar con otros ecosistemas.

Ese ecosistema abierto y desordenado es todavía más difícil de gestionar en el caso de las infraestructuras. Cuando te mueves a las ciudades, de repente los ciudadanos individuales entran en escena y, por lo tanto, ya no se trata sólo del comportamiento organizacional.

-Cómo es el proceso de innovación en ese nuevo entorno tan complejo.

Mi experiencia original es industrial. Mucha gente me dice que cada puente, cada edificio, es diferente, que no es como construir el mismo Mercedes o Land Rover una y otra vez en un ambiente agradable, limpio y ordenado. En infraestructuras construimos algo distinto cada vez, en un lugar diferente, por lo general embarrado y mojado, y lo gestionamos a lo largo de su ciclo de vida con información limitada. Hay diferencias, pero aun así podríamos aprender mucho de la industria, de las buenas prácticas de datos y la buena gestión de la cadena de suministro y el inventario. Las obras de construcción son mucho más desafiantes que una fábrica porque son

conservar. En nuestro sector, no estamos acostumbrados a pensar así. Muchos organismos clientes del sector público se han vaciado de la experiencia técnica y contratan consultores, por lo que no tienen la confianza para saber lo que necesitan pedir, no tienen buenas prácticas establecidas. Estamos trabajando en desarrollar marcos para comprender realmente qué datos se necesitan a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, porque algunos de ellos se pueden generar bastante cerca del momento en que se usan y otros durante el proceso de construcción. A veces, a la constructora no le interesan, por lo que no se los va a quedar, o puede que ni siquiera quieran generarlos.

-Al pensar en la propiedad de los activos hay que incluir también, por lo tanto, los datos.

En National Highways de Reino Unido hicieron un ejercicio de valoración de datos y resolvieron que valen la pena, porque sin ellos no pueden administrar esos activos físicos. Necesitamos mover el pensamiento de la gente de cuánto cuestan estos datos a cuánto valen. En el caso de la gestión de infraestructuras de larga duración, es un verdadero desafío porque muchas veces tenemos muy poca información. Son realmente antiguos y ni siquiera tenemos un dibujo.

-El modelo de ciudad del futuro es objeto hoy de un fuerte debate a raíz del impacto de la tecnología. Aparecen proyectos como The Line en Arabia Saudita y Paul Hyatt habla de la gran transición hacia un modelo de ciudad nueva donde convivan personas con robots.

Fundamentalmente, las ciudades existen porque la gente quiere estar junta. No es por la tecnología, ni siquiera por la infraestructura, que pueden mejorar o empeorar la calidad de vida en las ciudades. Tiene que ver básicamente con las personas. Y esto me lleva a mi tesis sobre las ciudades inteligentes: cuál es el valor que estamos tratando de aportar con la tecnología. Una de las mayores intervenciones tecnológicas en salud pública en el Reino Unido fue la de los victorianos en el siglo XIX, construyendo los sistemas de alcantarillado. Fueron una gran tecnología, un ingeniero muy famoso en Reino Unido, Sir Joseph Bazalgette, fue quien los construyó. A lo largo del río Támesis, hizo una gran calzada y un terraplén y de ese modo resolvió una epidemia masiva de cólera en la ciudad. Ciertamente, el sector público en las ciudades está para crear beneficios para los ciudadanos, la forma en que las diseñamos e integramos la tecnología tiene que ver con cómo ayudamos a las personas a vivir bien.

-Ahora está muy presente la idea de que la IA se hará cargo de todo.

Hay muchas objeciones en el Reino Unido a tener trenes de conducción autónoma y, sin embargo, tenemos uno en Londres. El ferrocarril ha sido autónomo desde el principio, se conduce solo. Hay gente en las salas de control vigilando, pero los trenes en sí son autoconducidos. Hay una oportunidad si tienes escasez de mano de obra o situaciones en las que la tarea es potencialmente peligrosa o desagradable. Muchos trabajos de construcción ocurren en el exterior, bajo la lluvia. Si puedes trasladar parte de ese empleo al interior de una fábrica y aplicar métodos modernos de construcción, crearás un entorno de trabajo más agradable para las personas. Ciertamente, en Reino Unido tenemos una crisis laboral en la construcción porque muchos de nuestros trabajadores se están acercando a la jubilación y los jóvenes no quieren esto.

-En ese contexto, una solución impulsada por la tecnología contribuye además a reducir la cantidad de personas necesaria.

Puede ajustarse a la mano de obra disponible. Pero la idea de un país dirigido por robots, al menos para mí, no tiene sentido, francamente. ¿De qué sirve la poesía si está escrita por una máquina? La poesía es una expresión de la emoción y la experiencia humana. Se trata de averiguar en cuál de los trabajos la maquinaria, la IA y todo lo demás pueden hacerlo bien, y en cuáles no.

-No lo puedo creer: una ingeniera hablando de poesía.

Se requiere una gobernanza en torno al uso de estas tecnologías, en particular la IA. Tiene un inmenso potencial para ayudarnos a resolver muchos problemas, pero también lo tiene de causar muchos otros, si no lo pensamos con mucho cuidado y no entendemos las trampas. Cuando hablo con un grupo de ingenieros y les digo que los datos nunca son neutrales, me miran extrañados. Siempre hay un artefacto y eres tú el que eliges cómo coleccionarlos, incluso en un entorno de ingeniería civil. Puedes pensar que un puente es neutral, pero si eliges recopilar un conjunto de datos y te faltó monitorizar aquellos que pueden provocar su colapso, se derrumbará por muchos datos que tengas. Si trasladamos esto al espacio de la ciudad, es aún más complejo porque impacta en la calidad de vida de las personas, en su capacidad de trabajar y acceder a la educación, etcétera. Si tenemos datos que pasan por alto por completo a un conjunto de ciudadanos, y confiamos únicamente en ellos, nunca crearemos servicios que los ayuden y podríamos exacerbar las desigualdades. Tenemos incógnitas conocidas e incógnitas desconocidas, debemos ser conscientes de las cosas que no sabemos.

-Casos de éxito, ejemplos de éxito sobre el uso de la tecnología en tu zona y dos o tres ideas a las que podrían aspirar estos innovadores que hayas visto.

Si usamos la detección inteligente para monitorizar, por ejemplo, nuestros puentes viejos, no solo podremos entender cómo están funcionando, sino que podremos mantenerlos bien y extender su vida útil. De ese modo, en lugar de construir uno nuevo, lo mantendremos en funcionamiento durante los próximos 200 años. El coste del recurso, del CO2 y de la demolición y reemplazo es enorme. Cuando se escala verticalmente a todo un sistema de infraestructuras, se puede gestionar mucho mejor, de forma mucho más fluida, porque se tienen mejores datos sobre el rendimiento de todo el sistema. Puedes usar gemelos digitales de una ciudad para mostrar lo que sucede si hacemos X en lugar de Y. Uno de los desafíos que tenemos en la forma tradicional de gobernar las cosas. La gente debe sentirse involucrada, parte del proceso y tener voz en el resultado.

-Integrar a las personas en esta decisión no es fácil.

Hay que ser realistas, no podemos permitir que todos los ciudadanos de la ciudad voten sobre todo porque nunca pasaría nada. Pero sí hace falta ese tipo de experiencias en las que escuchamos a los demás. En uno de mis primeros trabajos, dirigía un equipo de diseño y entrega de nuevos productos en una industria. Conseguimos que la gente del taller de fabricación viniera a trabajar con nosotros en nuestro proyecto. Habíamos diseñado algo con una tolerancia muy estricta, todo era muy hermoso y cumplía un papel técnico realmente importante, nos dijeron que era "encantador", pero "¿os dais cuenta de que vamos a golpear eso con un martillo? No tiene ningún sentido poner esa tolerancia". Y respondí: "está bien, busquemos una forma diferente de hacerlo".

MERCADO

OBRA PÚBLICA DIGITAL Y SISTÉMICA 'BY DESIGN'

NO SE TRATA SÓLO DE RECONSTRUIR MEJOR, SINO DE FORMA INTELIGENTE, INCLUIR LAS PROPIEDADES DIGITALES EN EL DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS

E. M. / EQUIPO ATLAS

La construcción es uno de los sectores menos digitalizados de la UE. El centro tecnológico Zigurat estima que una actualización en ese sentido de las empresas de obra pública, gracias al despliegue completo de sistemas de Building Information Management (BIM), produciría un ahorro de costes global anual del 13% al 21% en las fases de ingeniería y construcción y del 10% al 17% en la fase de operaciones. En España, el BIM es obligatorio en los proyectos de infraestructuras desde 2019; en Alemania, desde 2020; y en Estados Unidos, lo utilizan aproximadamente el 72% de las empresas de construcción.

Entre los obstáculos a la transformación digital, destacan la fragmentación del sector, ya que el 99,9% de sus 5,3 millones de empresas en Europa son pymes. Podría explicar sus bajos niveles de productividad: en general, sólo el 35-45% del tiempo de los trabajadores se dedica a actividades de valor añadido.

El informe de McKinsey 'Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity' incide precisamente en la brecha en productividad entre los niveles medios de la economía y la construcción, que cifra en 1,6 billones de dólares al año, la mitad del gasto mundial en infraestructuras. El Pacto por las Habilidades en la Construcción en Europa, suscrito planea por ello volver a capacitar a al menos al 25% de la fuerza laboral de la dicha industria en los próximos cinco años, lo que supone un objetivo de tres millones de trabajadores.

Se estima que 68 millones de los edificios de Europa son construcciones tradicionales o históricas, con un profundo valor cultural en muchos casos. Eso complica su actualización tecnológica, porque las intervenciones pueden tener un impacto negativo en esa auten-

TRES CIUDADES UNIDAS

En un esfuerzo por apoyar el desarrollo urbano sostenible a través de la digitalización, el Gobierno Federal alemán ha lanzado un programa de financiación para proyectos modelo de Ciudades Inteligentes. Uno de esos proyectos es Connected Urban Twins (CUT). Leipzig, Hamburgo y Múnich se han unido para avanzar en el desarrollo de gemelos digitales urbanos durante un período de cinco años. La iniciativa CUT tiene el potencial de revolucionar la forma en que se planifican y gestionan las ciudades.

Más de 46.000 de puentes en EEUU son "deficientes", incluidos el Brooklyn (Nueva York), el Theodore Roosevelt (Washington DC) y el San Mateo-Hayward (San Francisco)

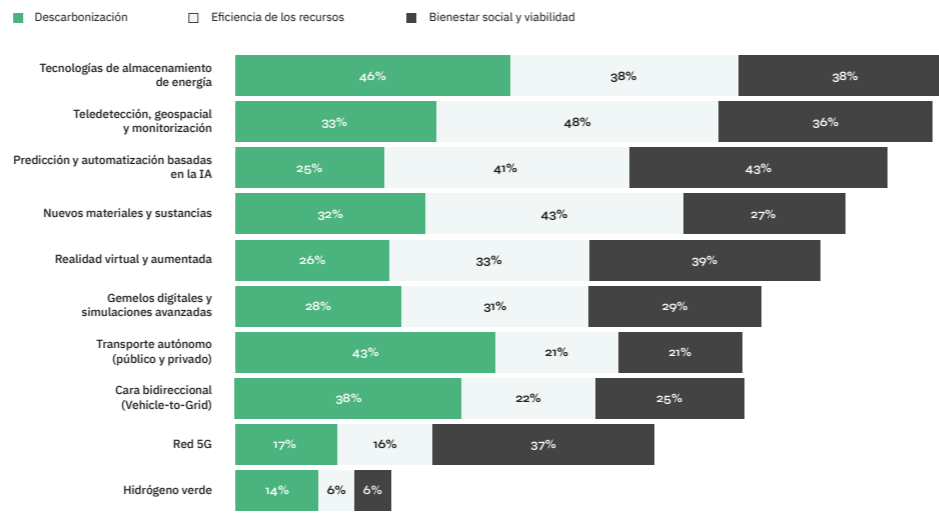
Perspectivas de expansión de las infraestructuras inteligentes 2024

LA OPORTUNIDAD DE FOMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN^{1,2}

Los mercados fragmentados especializados lastran la productividad del sector en su conjunto



TECNOLOGÍAS CON MAYOR IMPACTO POSITIVO EN LA DESCARBONIZACIÓN, LA EFICIENCIA DE LOS RECURSOS Y EL BIENESTAR SOCIAL EN LOS PRÓXIMOS TRES AÑOS^{1,2}



1Fuente: McKinsey Global Institute 2Fuente: Siemens Infrastructure Transition Monitor 2023 3Fuente: IESE Business School 4Fuente: Federation Aviation Administration 5Fuente: Siemens Infrastructure Transition Monitor 2023

ticidad patrimonial, o no considerar las propiedades higrotérmicas de las construcciones tradicionales. La propuesta de revisión de la directiva europea sobre eficiencia energética estableció, en ese sentido, que los Estados miembros debían renovar cada año al menos el 3% de la superficie total de los edificios propiedad de organismos públicos. En el horizonte, una vez más, el problema de Europa con las materias primas. La mayoría de las destinadas a la modernización y descarbonización de edificios se importan masivamente sobre todo de China, Turquía y Reino Unido: el mineral de hierro, el molibdeno y el níquel para la fabricación de acero; la bauxita y la fluorita para el aluminio; la magnesia para los productos de arcilla;

y el feldespato para el vidrio. Por no hablar de los componentes electrónicos, como los chips.

El acceso a la arena, uno de los principales ingredientes del hormigón, está controlado en algunas partes del mundo por las llamadas mafias de la arena, que roban por barco en muchas islas, especialmente en el Pacífico. Estos problemas podrían empeorar si se cumplen las estimaciones de la OCDE, que prevé un incremento del consumo global de recursos del 40% hasta 2040.

En definitiva, como dice Nabil Abou-Rahme, director de smart infraestructuras de Mott MacDonald, las tecnologías de infraestructuras inteligentes llegan "en un momento muy oportuno". La clave es sacar más provecho de los activos existentes aumentando su capacidad, sin necesidad de nuevas soluciones de construcción. En Reino Unido, las nuevas construcciones añaden sólo un 0,5% al valor de las infraestructuras nacionales.

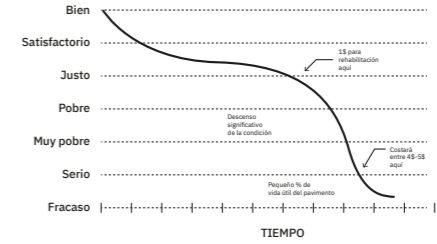
Investigadores del Ash Center for Democratic Governance and Innovation en Harvard Kennedy School, han recopilado numerosos ejemplos del deterioro de los sistemas de infraestructuras de

Top 5 CITIES IN MOTION IESE¹

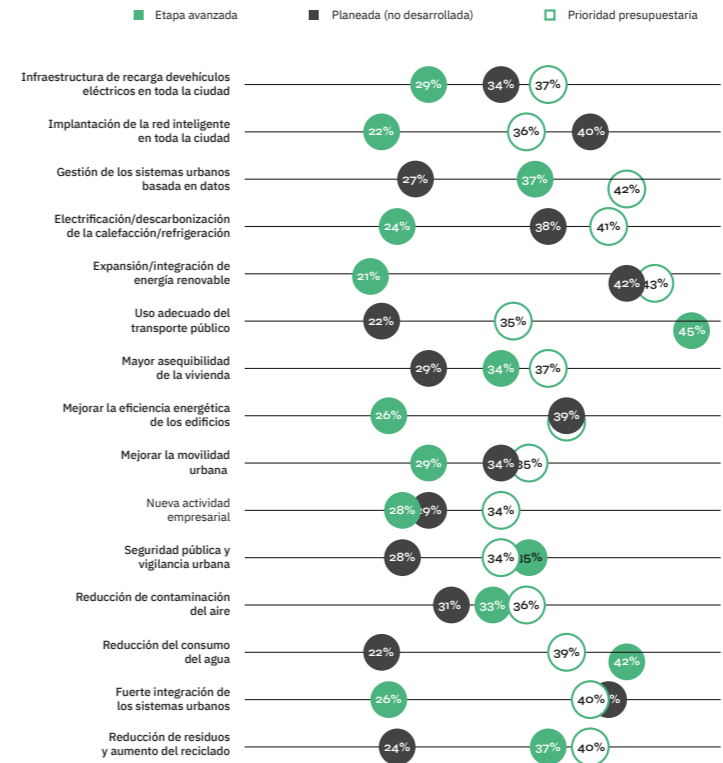
Ciudad	Global	Fortaleza
1) Madrid	27	▲
2) Barcelona	31	▲
3) Valencia	86	▲



CURVA TÍPICA DEL CICLO DE UN PAVIMENTO¹



AVANCES Y PRIORIDADES EN LOS OBJETIVOS DE TRANSICIÓN DE INFRAESTRUCTURAS PARA LAS CIUDADES¹



EEUU está en todas partes. Algunos han ocupado grandes titulares como la crisis de la red eléctrica de Texas en 2021, la crisis del agua en Flint, el colapso de la presa Oroville en 2017 o el colapso del puente de la Interestatal 85 en Atlanta en 2017. Otros son menos evidentes: se calcula que una tubería de agua se rompe cada dos minutos y los conductores estadounidenses pierden casi 100 horas al año debido a la congestión vial en infraestructuras civiles envejecidas.

Según la Asociación Estadounidense de Constructores de Carreteras y Transporte (ARTBA), hay más de 617.000 puentes en Estados Unidos, y casi 231.000 necesitan trabajos importantes de reparación o reemplazo, es decir, el 37%. Por ellos pasan cada día vehículos 1.500 millones de veces al día.

Más de 46.000 de esos puentes (7,5%) se consideran "estructuralmente deficientes" y están en malas condiciones, incluidos el de Brooklyn en Nueva York, el Theodore Roosevelt de Washington DC, el San Mateo-Hayward de la Bahía de San Francisco o el de la Bahía de Pensacola en Florida. Según la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles (ASCE), citada por los inves-

tigadores del Ash Center, al ritmo actual de inversión, las reparaciones necesarias no estarían listas hasta 2071.

La clave es asumir que la transformación de las infraestructuras en inteligentes generalmente no tiene un coste prohibitivo: un sistema de monitorización de 500 sensores para la rehabilitación del puente St. Anthony Falls, capaces de proporcionar información en tiempo real, costó aproximadamente un millón de dólares, menos del 0,5% del total de la construcción.

La conclusión del informe del Ash Center es que EEUU se beneficiaría si adoptara un enfoque más estratégico en materia de infraestructuras. Debe ir más allá de la "reparación y la rehabilitación" y comprender que la red de activos de infraestructura debe funcionar como un todo integrado. No sólo se trata de "reconstruir mejor", sino de "reconstruir de manera más inteligente".

Diseñar las infraestructuras físicas sin diseñar sus propiedades digitales supone perder la oportunidad de transformar las bases del transporte de personas y mercancías. La implementación de una infraestructura inteligente exige trabajar con proveedores externos de

otros sectores, exponerse en suma a nuevas habilidades y formas de trabajar por parte de personas que no están acostumbradas a las limitaciones de la industria de la construcción.

Al hacerlo, se genera un nuevo recurso: los datos, susceptibles de ser compartidos con clientes y terceras empresas. Cuando Transport for London abrió la información sobre los puntos de recogida para el plan de alquiler de bicicletas de Londres, se produjo un boom de aplicaciones para ayudar a los ciclistas a aprovechar al máximo el servicio.

Los datos permiten, asimismo, que los responsables públicos de transporte tomen decisiones basadas en evidencias. Una investigación de la Universidad Estatal de Michigan sugiere que por cada dólar gastado en mantenimiento preventivo del pavimento mediante sensores, hay un ahorro de entre cuatro y diez dólares en rehabilitación.

El pavimento equipado con sensores puede reducir también los costes iniciales de construcción. En la Universidad Purdue, Luna Lu investiga el uso de sensores IoT integrados plug and play que brindan información en tiempo real sobre diversos aspectos del material, como niveles de humedad, resistencia o niveles de pH. En las pruebas piloto, ha demostrado un aumento del 35% en la productividad de la construcción, una reducción del 25% en el coste de seguros y una disminución del 15% en el coste de materiales.

El "Siemens Infrastructure Transition Monitor 2023" pone el foco en los aspectos ambientales. Vaticina "una remodelación fundamental de las estructuras y sistemas que mantienen nuestro mundo en funcionamiento, incluida la infraestructura que respalda la energía, los edificios, la movilidad e industrias enteras". El proceso se desarrollará entre 2020 y 2050 y lo describe como "posiblemente el cambio más grande, rápido y generalizado en la historia del desarrollo de infraestructura".

Para descarbonizar los sistemas energéticos del mundo, hay que reconstruir la infraestructura que los sustenta. El esfuerzo requerirá varias décadas y una inversión global descomunal: 275 billones de dólares. Entre los desafíos a abordar cita la integración transfronteriza para ayudar a gestionar la demanda de electricidad durante los períodos pico, mejorar la estabilidad de la red y promover la eficiencia energética.

Sólo el 36% de los encuestados por Siemens consideran que su país o región estaba maduro al respecto. Y será determinante para el éxito de la electrificación del transporte por carretera de larga distancia en Europa. Los camiones deberían poder reservar con antelación puntos de carga en otros países.

Gran parte de la transición de infraestructuras debe producirse en áreas urbanas, pero sólo el 22% cree que la implementación de redes inteligentes en su ciudad esté madura o avanzada. Aunque no despierta aún entusiasmo el posible impacto de las redes móviles 5G en la eficiencia de los recursos, se reconoce que permitirá eliminar sistemas tradicionales basados en cables, con los consiguientes ahorros en recursos, y podrían respaldar nuevos modelos operativos para la infraestructura urbana.

TENDENCIAS

APRENDER A VIVIR (Y LICITAR) EN ACTIVOS DIGITALES A GRAN ESCALA

UNO DE LOS FACTORES LIMITANTES CLAVE PARA ADOPTAR EL ENFOQUE SISTÉMICO EN LA PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS, EN PLENO PROCESO DE INTEGRACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN EL SECTOR, INCLUIDA LA MODULARIZACIÓN, ES EL MODELO DE CONTRATACIÓN PÚBLICO-PRIVADA, HACEMOS UN REPASO DEL DEBATE ACERCA DE LA TRANSFORMACIÓN NECESARIA DEL ENFOQUE CON EL QUE SE TRABAJA EN LA ACTUALIDAD

E. M. / EQUIPO ATLAS

El destino de las infraestructuras inteligentes es permitir que cada activo produzca datos susceptibles de ser entendidos por una única aplicación de software global, lo que en la práctica significará que puedan "comunicarse" efectivamente entre sí. Los sistemas de control de tráfico en las carreteras podrían servir de referencia, porque utilizan ya múltiples fuentes de datos, incluidos los de información meteorológica, para minimizar la congestión y gestionar emergencias. Sin embargo, como se pone de manifiesto cada vez más en el sector del automóvil, la imagen que tenemos hoy acerca del volumen de información en el sistema, la conectividad disponible y la capacidad de procesamiento resulta meramente aproximativa, lejos del tsunami que se avecina.

Las formas de trabajo establecidas desde hace mucho tiempo en el sector de la construcción deberán adaptarse y no sólo para incrementar la eficiencia. Generar activos digitales a gran escala implica una mayor exposición a riesgos como la pérdida de datos, la vulneración de la privacidad y la ciberseguridad. Las infraestructuras deben incorporar esas circunstancias desde el diseño. La tecnología compensará al sector con recortes en tiempo, costes y emisiones de CO2, y con la liberación de nuevas capacidades a partir de los activos existentes, lo que en definitiva puede traducirse nuevos modelos de negocio.

Una de las peculiaridades de las infraestructuras inteligentes es la incorporación de sensores con microprocesadores integrados y enlaces de comunicación inalámbricos. Están cambiando fundamentalmente la forma en que monitorizamos y mantenemos los activos, pero ni los sensores ni la tecno-

logía inteligente son nuevos. El desafío actual, desde el punto de vista de la innovación, va más allá del mero recurso a ellos: es su integración a gran escala en la infraestructura civil, la capacidad de aprovechar todas las piezas para ayudar a gestionarla y mantenerla.

La tecnología aún está evolucionando para conseguir ese objetivo. En las primeras redes de sensores inalámbricos (WSN), existía la preocupación acerca de cómo garantizar la energía necesaria para alimentarlas, debido a las limitaciones de la batería. El problema se resolvió parcialmente con las tecnologías de recolección de energía que logran extender su vida útil y, recientemente, la nueva generación de WSN basadas en sensores autoalimentados ha cerrado la brecha entre la energía recolectada y la requerida para la detección, el cálculo, el almacenamiento y la comunicación. No obstante, hay margen de mejora y su utilización no es todavía generalizada.

En 2023, se cumplieron diez años desde el lanzamiento del programa Innovate18 de Crossrail en Reino Unido, uno de los primeros ejemplos de enfoque sistemático de innovación en un programa de infraestructuras. A los cuatro años, había recuperado con creces la inversión inicial de tres millones de libras, de modo que consiguió introducir la exigencia de que todos los grandes proyectos y programas de infraestructura tuvieran un programa de innovación.

Como explica el Cambridge Centre for Smart Infrastructure and Construction (CSIC), muchas de las innovaciones de Innovate18 se centraron en soluciones digitales, pero sobre todo dio lugar a la Plataforma de Innovación de la Industria de Infraestructuras i3P. Uno de sus descubrimientos fue, curiosamente, que el formato de los contratos en los proyectos de infraestructuras puede

salida 14 de The Ray incluye 2.600 paneles solares de alta eficiencia y trata de demostrar que el suelo de las carreteras puede ser más productivo. Para aprovechar aún mejor el terreno, los paneles están rodeados de flores silvestres nativas y aptas para los polinizadores.

The Ray ha instalado franjas viales reflectantes con líneas discontinuas en las salidas que son fácilmente legibles por los sistemas de visión artificial de los vehículos autónomos. La autovía pretende facilitar, en ese sentido, la generación de datos que den apoyo a los vehículos conectados y automatizados.

Su ecosistema de datos de vehículo a todo (V2X) la convirtió en la primera carretera interestatal conectada del Estado, a través de una asociación con el Departamento de Transporte de Georgia y Panasonic. The Ray cuenta con seis unidades de modo dual que pueden transmitir e ingerir datos tanto en tecnología móvil V2X como DSRC (dedicated short-range Communi-

caión a los rayos solares cargados que ofrecen energía sostenible y apoyan la misión de sus promotores: cero emisiones de carbono, cero residuos y cero muertes. Además, dispone de cuenta en LinkedIn.

Es una sección de la Interestatal 85 en el condado de Troup y, desde hace una década, sirve como banco de pruebas para tecnologías de transporte sostenibles y relacionadas con la seguridad. La Asociación Estadounidense de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte le ha dedicado un caso de éxito.

Entre las innovaciones que ha venido incorporando se encuentran la primera carretera solar de EEUU, la primera estación de seguridad para neumáticos transitables del mundo, una estación de carga de vehículos eléctricos alimentada por energía solar y técnicas de paisajismo rentables pensadas para propiciar hábitats atractivos para los polinizadores.

El diseño ganador (OMA + OLIN) para el parque del puente de la calle 11 en Washington, DC, cuya inauguración se espera para 2025, es una referencia de cómo serán los puentes del futuro. Los actuales pueden ser impresionantes e icónicos, pero en el futuro, los puentes irán más allá de ser simplemente un atractivo visual y un medio para que el tráfico cruce las barreras geográficas. El director del proyecto Scott Kratz, quiere crear un puente que genere inspiración y conexión humana. No es el primer puente multipropósito del mundo, de hecho el Tianjin Eye de China cuenta con una noria gigante, pero el experto Terry D. Bennett cree que allana el camino para diseños más ingeniosos que pueden unificar mejor a las comunidades.

La autopista Ray C. Anderson Memorial en el Estado de Georgia (EEUU) es conocida como "The Ray", en homenaje al defensor de la sostenibilidad industrial que le da nombre y en alu-



Un transeúnte en La Défense de París.

DISEÑAR OBRAS PÚBLICAS PENSANDO EN LA CIBERSEGURIDAD

La tecnología inteligente puede exponer nuestra infraestructura civil a posibles ciberataques, de modo que el sector público debe ser especialmente consciente de los problemas de ciberseguridad al implementar y operar con ella. La mayoría de los sistemas de infraestructura inteligentes se están diseñando e implementando de manera que maximicen la ciberseguridad. Al reconocer la vulnerabilidad de la infraestructura inteligente, los propietarios han sido pioneros en la adopción de mejores prácticas de seguridad, incluido modelos de confianza cero (zero trust), un movimiento acelerado hacia servicios seguros en la nube y el empleo constante de herramientas de seguridad fundamentales, como la autenticación y el cifrado multifactor.

convertirse en uno de los factores que inhibe la innovación digital. Sencillamente, en muchos casos, pueden "no estar a la altura", afirma el CSIC.

El llamado "transaccionalismo", combinado con un enfoque implacable en los componentes, y no en los resultados, sigue siendo un obstáculo importante, porque "juega en contra del desarrollo de un propósito compartido entre las organizaciones involucradas", añade el CSIC. En el otro extremo, se encontraría el pensamiento programático que vincula la conclusión del proyecto a la obtención de beneficios, incluidos el valor empresarial y social, y a las eficiencias asociadas a las aplicaciones de gemelos digitales y los entornos de datos comunes relacionados. No equivale, por tanto, únicamente a la finalización de la construcción.

El sector está cambiando hacia una mayor modularización, hacia la construcción fuera del sitio donde se implantarán los activos y hacia el incremento de productividad derivado de la aplicación de algunas de las lecciones de la industria manufacturera. Sin embargo, sigue siendo mostrando resultados pobres en cuanto a la integración vertical de la cadena de suministro y la mejora de las relaciones entre sus distintos 'niveles'. Las empresas más pequeñas operan con márgenes muy reducidos y tienen poca capacidad para adoptar prácticas más avanzadas, de modo que piensan fundamentalmente a corto plazo.

En términos generales, la infraestructura inteligente integra tecnología digital y sensores inteligentes para proporcionar autocontrol y mejorar la toma de decisiones. Dicho de otro modo, utiliza la tecnología para impulsar los resultados, el bienestar y la calidad de vida.

El coste de desarrollar tecnología para la construcción, el mantenimiento

y el uso de infraestructura a menudo requiere de una escala y una experiencia que excede la de la mayoría de los organismos públicos municipales y estatales. Las soluciones de software como servicio (SaaS) podrían servir de referencia en ese sentido, según los expertos del Bloomberg Center for Cities de la Universidad de Harvard.

Su planteamiento es que los acuerdos de colaboración público-privada bien estructurados ofrecen la ventaja de optimizar la asignación de riesgos del

Conviene, en tercer lugar, incorporar normas relativas a la seguridad y privacidad de los datos. El proyecto Sidewalk Labs Quayside de Toronto, dotado de infraestructura digital, fracasó porque se desdibujaron las líneas entre lo público y lo privado. Según Michael Bennon, director general del Centro de Proyectos Globales de Stanford, "el socio público debe establecer barreras claras desde el principio", y el Bloomberg Center sostiene que la propiedad y el uso

El coste de desarrollar tecnología para la construcción, mantenimiento y uso de infraestructura a menudo requiere de una escala y una experiencia que ya excede la de la mayoría de los organismos públicos

proyecto a la parte mejor posicionada para gestionarlos. Pero cuando interviene el factor digital, se incorpora un conjunto nuevo de preocupaciones.

Por eso hacen una serie de recomendaciones. La primera, utilizar el pensamiento sistémico en la definición del problema, implicando a todas las administraciones y recabando todos los puntos de vista para obtener, de ese modo, beneficios multilaterales. Definir el mejor valor no es fácil de medir, y ciertamente no sólo en términos de coste.

En segundo lugar, según el Bloomberg Center for Cities, la Administración debe ofrecer incentivos para que un socio privado invierta en I+D de soluciones tecnológicas y conserve el control de su propiedad intelectual. El sector público necesitará tener control sobre el acceso a ese software, incluidas las interfaces de programación de aplicaciones (API).

de los datos deben estar claramente articulados y codificados legalmente en el acuerdo público-privado.

Según una investigación publicada en el Rand Journal of Economics, "la relación a largo plazo inherente a una asociación público-privada puede crear un margen particular para que se desarrollen asimetrías de información entre el sector público y la entidad privada". Por otra parte, aunque es posible que surja la oportunidad de reducir costes al permitir que el proveedor privado monetice la información del servicio, hay que garantizar la privacidad, incluso cuando esa información de los usuarios sea anónima. Por último, y debido al poder de una colaboración público-privada digital, el uso de tecnologías más nuevas para involucrar al público es particularmente útil.



Recreación del puente de OMA + OLIN.

Recreación del puente de OMA + OLIN. cations, el estándar que se usa en los tacógrafos.

Junto a ello, se ha probado Wattway, un piloto de carretera pavimentada con células solares, que permite que la propia superficie de

la carretera genere energía solar; una estación de carga fotovoltaica para vehículos eléctricos (PV4EV) alimentada; nuevas tecnologías de pavimento, incluida la que contempla el uso de asfalto recubierto de caucho procedente de neumáticos de desecho reutilizados, y tecnología de pista de fricción de nivel abierto para una mejor infiltración de agua, aplicada a lo largo de siete kilómetros; sensores de control de seguridad de los neumáticos; y un sistema que permite lecturas de la presión de los neumáticos y la profundidad de la banda de rodadura, así como lecturas de sus paredes laterales para proporcionar información sobre su posible vida útil.

Según un análisis realizado por The Ray y Webber Energy Group de la Universidad de Texas, más de 210 kilómetros cuadrados en las salidas de todo el país podrían albergar plantas solares y podrían generar hasta 36 TWh de energía limpia, suficiente para cargar 12 millones de vehículos eléctricos de pasajeros al año.



MARTA SARDÀ

ANÁLISIS

Imparable, masiva y rápida, así es la revolución inteligente

No hay duda, nos adentramos en la era de la aplicación masiva de la inteligencia artificial (IA). Hasta ahora, esta tecnología ha ido haciendo sus pinitos aquí y allá, más en unos sectores que en otros, pero ya apuntando maneras. El año pasado ChatGPT se encargó de popularizarla y ahora toca extenderla. Llegan cambios radicales en todos los ámbitos y no es necesaria una bola de cristal para predecir que su aplicación intensa desarrollará nuevos modelos industriales, laborales, educativos y sociales, acompañados con un trasfondo de discusiones éticas que pretenden ya ahora delimitar y ordenar el uso de su desarrollo generativo.

Desde startups, pymes y grandes corporaciones, el desarrollo de la IA está cimentando una reestructuración del funcionamiento de las infraestructuras en todos los rincones del mundo. En California no sorprende cruzarse en alguna carretera con vehículos autónomos o que te recoja un taxi sin conductor; en Dubái, el país árabe tecnológicamente más avanzado que ya ha levantado el primer edificio impreso en 3D, cuenta con los aeropuertos más eficientes del mundo gracias a la gestión inteligente de la energía y el agua. La española Acciona ya está desarrollando en Italia los primeros 400 kilómetros de autopista inteligente que tendrá Europa en un par de años. Se trata del tramo Salerno-Reggio Calabria, que estará dotado de fibra óptica, conexión 5G y centenares de cámaras y miles de sensores que permitirán proporcionar datos en tiempo real a los conductores sobre todo lo que sucederá en la vía.

El informe elaborado por la empresa líder en análisis sobre transformación digital en el mundo, Transforma Insights, contabilizó en 2022 casi 90 millones de dispositivos conectados en las carreteras, una cifra que llegará, asegura, a los más de 148 millones en 2030. Esto ya nos indica que la implementación de la IA irá de acompañada de Internet de la Cosas (IoT), pero también de robótica, biotecnología o fotónica, porque la IA es transversal a todas las ciencias.

Ejemplos de nuevas y sorprendentes aplicaciones de la IA en diversos ámbitos los encontramos también en España. En Viladecans (Barcelona), los hermanos Vidarte nos transportan a un mundo que, por increíble que parezca, ha dejado de ser futuro. Pablo Vidarte fundó Bioo en 2015, con tan solo 18 años y ya una trayectoria de innovación fuera de serie. Se trata de una empresa biotecnológica que consigue crear luz a través de las plantas. La empresa produce baterías e interruptores biotecnológicos que “aprovechan las sustancias orgánicas de la tierra, las descomponen con microorganismos y crean electrones libres que generan electricidad”, explica Pablo Vidarte.

El equipo de Bioo estudia también otras aplicaciones, como la bioluminiscencia con plantas o raíces robóticas que serán capaces de localizar agua, minerales o yacimientos en el subsuelo;



Edificio Urban Oasis en Argelia.

y dispositivos autónomos para el sector agrícola, que se enchufarán directamente a la tierra, evitando el uso de baterías o pilas. Bioo tiene como clientes a promotores inmobiliarios e instaladores de zonas verdes de todo el mundo. La firma es una de las participantes en el proyecto The Line, en Arabia Saudí, y del primer edificio completamente biotecnológico de Europa, ubicado en la Diagonal de Barcelona, donde las zonas verdes funcionarían con baterías biológicas, capaces de generar agua y energía.

Microo Technologies es la empresa creada por su hermano, Miguel Vidarte, y los objetivos también son ambiciosos. Miguel, estudiante de último curso de Biotecnología, quiere eliminar los plásticos del mar produciendo de manera industrial dos enzimas que descubrió que degradan este material. La empresa tiene previsto introducir el producto en el mercado el año que viene a través de detergentes y fabricantes de lavadoras, con los que ya ha realizado -con éxitos- pruebas piloto.

“Queremos eliminar los microplásticos durante el lavado, ya que éstos representan un tercio de los que acaban en el mar”, asegura. Su objetivo inmediato es éste pero su meta es “terraformar la Tierra para que vuelva a ser lo que era, y lo haremos a través de estos enzimas, modificando genéticamente

bacterias o microalgas, o incluso utilizando los propios peces”.

Las algas también forman parte de la transformación inteligente de nuestro entorno más urbano. Greening es una nueva línea de negocio de Alpha Media Group, empresa nacional de cartelería con más de 26 años de historia. “Se trata de un nuevo concepto de publicidad urbana, que crea valor para el ciudadano y para la marca porque contribuye a la purificación del aire y, en consecuencia, al cuidado del medio ambiente”, nos explica Sergi López, director de Greening.

Dos columnas cilíndricas cerradas, que permiten el crecimiento y la proliferación de microalgas en condiciones controladas, enmarcan la cartelería. El biorreactor cilíndrico absorbe CO2 del aire, que las algas convierten en oxígeno a través de la fotosíntesis. Además, “las microalgas también pueden absorber otros contaminantes presentes en el aire, como óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y partículas suspendidas”. La vida útil de estos cilindros repletos de microalgas es de dos años, tiempo tras el cual las plantas pueden ser reutilizadas en otros ámbitos.

La transversalidad de la IA impactará contundentemente en nuestro modo de producir, transportar, viajar, protegernos... La revolución está en marcha.

ATLASTEcnOLÓGICO

Collaborate

Velocity

6 - 7 MARZO

ZARAGOZA

_sedes: CENTRO DE INNOVACIÓN FERSA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ARAGÓN

ORGANIZA:

Atlas
tecnológico

PROMOTOR:

FERSA

COLABORA:

ITA INNOVA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ARAGÓN

Patrocinadores Platinum:

INTEGRAL
INNOVATION EXPERTS

LODISNA
TRANSPORT & LOGISTICS

MESbook

Rely

tsi
Técnicas
Logísticas
Sistemas e
Ingeniería

TST

Patrocinadores Gold:

tecnal:a
MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

innolandia.es
by Ángel Alba

SCILING

ECOSISTEMA ATLAS TECNOLÓGICO

MONITORIZAR EN BENEFICIO DE PLANETA, PERSONAS... Y ECONOMÍA

ENTRE LAS SOLUCIONES DISPONIBLES PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURAS EN EL ECOSISTEMA DE ATLAS TECNOLÓGICO, DESTACAN LAS PROPUESTAS DE IMMERSIA, IDEA INGENIERÍA, CELLNEX, CTCON, FULCRUM, BELIKE, MAS INGENIEROS, NESGRA Y DATAKORUM CON PRESENCIA DENTRO Y FUERA DE NUESTRO PAÍS

EQUIPO ATLAS

Immersion ha implantado un gemelo digital, con un alto nivel de detalle, con el que logra obtener una visión más precisa de su planta de reciclaje de **Acciona** en Palencia. Esta solución permite monitorizar datos de sus procesos en tiempo real, con animaciones realistas, lo que facilita la toma de decisiones informadas y rápidas a partir de los datos captados por el sistema Scada.

La solución se basa en la plataforma **Tokii** de visualización avanzada para crear gemelos digitales en realidad virtual. Incluye la posibilidad de dar un paseo virtual por la planta, enriquecido con datos relevantes, una forma de visualización precisa del proceso de reciclaje en tiempo real que ayuda a mejorar la eficiencia en los procesos de la planta e impulsa la experiencia de usuario.

Por su parte, en el área de BIM Digital Twin, la compañía **IDEA Ingeniería** integra todo potencial de la tecnología del gemelo digital con el de la metodología BIM (Building Information Modeling). El resultado es una maqueta virtual tridimensional e inteligente que simula el comportamiento de su homólogo real para analizarlo y predecir.

Con esta solución, **IDEA Ingeniería** se ha consolidado como referente en el sector de petróleo y gas. Cuenta ya con casos de éxito como el de **Iberian Lube Base Oils Company (ILBOC)**, una empresa constituida en 2012 y participada en un 30% por **Repsol Petróleo** y un 70% por **SK Lubricants**.

Se dedica a la producción de bases lubricantes (LBO) de última generación (grupo II y III) en su planta del Valle



Vista aérea del Puerto de Algeciras.

de Escombreras en Cartagena. Ilboc ha implantado la solución BIM Digital Twin de **IDEA Ingeniería** en el módulo de mantenimiento para planificar sus paradas y optimizar el tiempo de los contratistas que intervienen en ellas. Ha conseguido así una mejora del 20% en tiempos de planificación y del 30% en horas de personal al evitar la reprogramación de órdenes de trabajo.

En el ámbito de los centros tecnológicos, una de las líneas de trabajo del murciano **CTCON** ha consistido en aumentar la circularidad del sector de la construcción. Actualmente, existe una baja revalorización de los residuos de construcción y demolición (RCD) debido, entre diversos factores, a la inexistencia de plataformas que alberguen datos sobre residuos caracterizados (composición o cantidades, entre otros) y que estén georreferenciados en un sistema de información geográfica (GIS).

La Plataforma de RCDs geolocalizados integrable con formatos BIM, diseñada por **CTCON**, es capaz de extraer el

cómputo de residuos de un proyecto de construcción, renovación o demolición, en cualquier formato BIM y exportar esos datos georreferenciados a una plataforma donde la oferta y demanda se encuentren.

Modernizar puertos

Una de las empresas españolas clave en la innovación en infraestructuras es **Cellnex**, presente también en el ecosistema de Atlas Tecnológico. Uno de sus casos de éxito tiene como protagonista al **Puerto de Algeciras**, un punto de conexión estratégico entre Europa y África, situado en la provincia de Cádiz y considerado uno de los centros de transporte de mercancías en tránsito más activos del mundo.

No obstante, la eficiencia de El Puerto de Algeciras es cada vez más difícil de gestionar, debido al aumento de los volúmenes y al costoso mantenimiento. Además, a causa de su ubicación es-

tratégica y su tamaño, las autoridades portuarias deben ser especialmente diligentes en el cumplimiento de la ley, por lo que el puerto tiene que actualizar constantemente sus medidas de seguridad.

La solución diseñada por **Cellnex** permite el reconocimiento internacional y dinámico de matrículas; incorpora realidad virtual e inteligencia artificial para garantizar una seguridad controlada en tiempo real; añade realidad aumentada y señalización digital mediante MEC; introduce sistemas de gestión del tráfico y de guiado de vehículos, así como información y alarmas en directo (procesamiento, almacenamiento y eliminación de fugas de datos en tiempo real); y mejora en la gestión de los puertos proporcionando una red privada 5G. Se complementa con el Proyecto PORTWIN desarrollado en el **Puerto de Valencia**.

Otro caso de éxito de **Cellnex** relacionado con la gestión de entornos públicos se destinó a promover la aplicación de las TIC al funcionamiento de las entidades locales turísticas, con el fin de configurarlas como territorios inteligentes, de la mano de la **Diputación de Valencia**. Había que garantizar la conexión e integración de todos los equipos IoT en distintas capas de información. Dada la cantidad de información que se comparte a diario desde este punto de acceso, se necesitaban equipos de baja batería capaces de enviar información sin dispersión de energía.

La solución incluyó un portal de datos abiertos para proporcionar métricas de valor a través de un cuadro de mando para el análisis y la toma de decisiones; una aplicación móvil turística para promover la interoperabilidad entre diferentes administraciones y operadores; una evolución de la plataforma para nuevos servicios orientados a la mejora de la recogida, integración, análisis y seguridad de los datos; y la integración con fuentes de datos de todo el territorio para ampliar la infraestructura de la red de comunicación y conectividad.

El **Puerto de Valencia** encargó a **Belike** la creación de un sistema inteligente de aprendizaje automático para la gestión eficiente de la flota de contenedores por parte de las agencias marítimas locales. Debía a su vez predecir el stock disponible de contenedores vacíos. Mediante la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático, el proyecto es capaz de integrarse de forma sencilla con el resto de sistemas y operativa de los agentes marítimos. Cuenta, asimismo, con un panel de control y sistema de alarmas dirigido a anticipar los problemas y optimizar las decisiones de reposicionado de equipo.

En el caso de **Mas Ingenieros**, el **Ayuntamiento de Vila-real** necesitaba un sistema de gestión completa de las instalaciones de un complejo deportivo con residencia para estudiantes, integrando la gestión de energía solar fotovoltaica y mejorando la eficiencia de los sistemas reduciendo consumos y mejorando la experiencia del usuario. La solución consistió en integrar un BMS (Building Management System) en el centro deportivo 'llave en mano'. Se llevaron a cabo trabajos de gestión de las instalaciones eléctricas y se implementaron los programas de los contro-

ladores (PLC) necesarios, así como un sistema de supervisión y gestión de los edificios y sus instalaciones.

El proyecto permite el control integral optimizando consumos y garantizando máxima seguridad para los usuarios. Optimiza el funcionamiento de servicios como alumbrado, climatización, calefacción, spa, piscina climatizada y suministro eléctrico. Al mismo tiempo registra y gestiona los consumos energéticos por zonas y por edificios y realiza un seguimiento de los tiempos de funcionamiento para facilitar el mantenimiento de las instalaciones.

Inspección de túneles

En el País Vasco, la ingeniería **Fulcrum** digitaliza los procesos de inspección de túneles de carretera gracias a **VT-Platform**, con la que consigue llevar a cabo un DDF (digital data flow) tanto en web como en realidad virtual y aumentada. El flujo de datos digitales se basa en la unificación y almacenamiento de los datos generados sobre un modelo BIM o nube de puntos, simultáneamente en cualquier dispositivo.

Con esta tecnología, **Fulcrum** realiza la inspección de la estructura y evolución de las patologías del túnel. Accede a la información generada en campo en tiempo real y desde cualquier lugar a través de realidad virtual. Uno de sus desafíos fue crear al gemelo digital de los túneles de **Urdinbide**, bajo el alto de **Autzagane**, en realidad virtual para trabajar directamente en ellos de manera inmersiva a través de su herramienta de generación de incidencias.

Gracias al DDF, el modelo virtual estaba "conectado" con el software utilizado para la inspección (**TruView de Leica Geosystems**), de modo que lo que el técnico ejecutaba en realidad virtual, aparecía en el visor web de dicha herramienta y viceversa. Eso dotó a los técnicos e inspectores de una herramienta de productividad, permitió mejorar los tiempos de planificación y evaluación de las incidencias en los túneles, y ayu-

dó a anticipar los trabajos a realizar en campo de manera remota en la propia oficina.

También con impacto internacional, **Datakorum** en colaboración con **Etisalat Digital** desplegó un proyecto piloto de calidad del agua en la ciudad de Abu Dhabi. El objetivo fue medir de forma remota el Ph, Redox y temperatura del agua y enviar estos datos a la plataforma a través de comunicaciones NB-IoT para su análisis posterior en la aplicación del usuario, ahorrando la necesidad de desplazar a ningún técnico a la instalación.

Para ello se desarrolló un sistema de medición continua remota de calidad del agua, constituido por el gateway NB-IoT PIPE WQ de **Datakorum** y una sonda profesional de calidad de agua que, de forma autónoma, realiza la lectura diaria de Ph, Redox y temperatura cada 15 minutos y la envía a la plataforma ocho veces al día. También incorpora los protocolos estándar EN 1434-3 M-BUS wired y Pulsos a través de los cuales se pueden leer una gran variedad de caudalímetros compatibles y opcionalmente puede incorporar un sensor para medir la presión del agua en la tubería.

La **Universidad de Jaén** pidió a **Nesgra** el despliegue de una red de sensores para recopilar distintos parámetros relacionados con medidas de protocolos antiCovid en aulas de estudiantes. Se instalaron sensores de temperatura, humedad, luminosidad, CO2 y VOC, en espacios interiores con gran afluencia de usuarios, que enviaban datos cada 10 minutos. Se recogían de forma centralizada en **Nescloud**, a disposición de los técnicos de la universidad.

Monitorizando estos datos en el **Nescloud**, la Universidad de Jaén podía recibir alertas y alarmas si hay concentraciones de aire sin circulación y activar los sistemas de ventilación que consideren oportunos de forma remota. También pueden comparar entre distintas zonas con informes personalizados, y ver el estado de las aulas de un solo vistazo gracias a los paneles personalizables del **Nescloud**.



Interior de uno de los túneles en los que ha trabajado Fulcrum. / FULCRUM



El modelo de pala mecánica 'Bobycat S7X' premiado en el CES de Las Vegas.

DESDE EL EXTERIOR

'PLATAFORMA MUNDO' EN 3D Y 4D A CONSTRUIR CON MÁQUINAS ELÉCTRICAS

LOS MODELOS DE MONITORIZACIÓN DE CIUDADES E INFRAESTRUCTURAS QUE PERMITEN COLABORAR A DIFERENTES ACTORES, CON INTERFACES REALIDAD VIRTUAL Y AUMENTADA Y SOLUCIONES DE RECONOCIMIENTO FACIAL, RECIBEN EL APLAUSO DEL SECTOR TECNOLÓGICO A NIVEL GLOBAL EN PLENO AUGUE DE LA MAQUINARIA ALIMENTADA CON BATERÍAS ELÉCTRICAS

E. M. / EQUIPO ATLAS

Organizados por la Sociedad Internacional de Informática Urbana (ISUI), los Premios a la Innovación Tecnológica de Smart City 2023 se celebró durante la Cumbre Mundial de Ciudades Inteligentes y la Conferencia Internacional sobre Informática Urbana, el evento mundial más grande dedicado exclusivamente a innovaciones e invenciones en el campo de las ciudades inteligentes.

La compañía **Arup** obtuvo dos premios Gold y Silver por un proyecto desarrollado junto a **Swire Properties** llamado CONDUCTOR. Se trata de una plataforma integrada de SaaS colaborativo para la gestión de construcción inteligente. Permite la adopción de tecnologías emergentes de forma plug and play y aprovecha la contribución de diferentes proveedores de servicios.

La plataforma adopta, en ese sentido, soluciones tecnológicas en el ámbito de la inteligencia artificial, el internet de las cosas y gemelos digitales y los integra en realidad aumentada, de modo que se pueden obtener conocimientos a partir de datos alimentados por diversas herramientas y múltiples sitios de construcción.

De este modo elaboró la versión completa del mapa 3D de Hong Kong, como base y contenedor para la infraestructura común de datos espaciales (CSDI). El mapa incluye características

externas y diseños interiores de edificios, con información que va más allá de las fuentes gubernamentales. Se espera que la herramienta facilite la planificación, el diseño, la gestión de operaciones y la navegación interior y exterior de la ciudad.

Entre las empresas galardonadas en certámenes como el CES de Las Vegas 2023, destaca **Cognata** que utiliza modelos 4D que añaden capas de tráfico dinámico basadas en IA, ayudando a las ciudades y a los planificadores a comprender y analizar el futuro del tráfico y el entorno urbano, además de examinar diferentes escenarios y mejorar la futura planificación urbana y del tráfico.

En una línea similar, **SEKAI** ha sido pionera en el ámbito de la Realidad Extendida (XR), creando entornos virtuales inmersivos que permiten la colaboración e interacción en tiempo real en diversas industrias. Nuestras plataformas están diseñadas para ser independientes del dispositivo, lo que garantiza una integración perfecta con una variedad de hardware, desde cascos de realidad virtual hasta dispositivos móviles. Nuestro enfoque principal ha sido la creación de espacios virtuales

Por su parte, **Ghostpass** es una empresa de soluciones de autenticación biométrica autodistribuida que monitoriza y controla grandes cantidades de información y la almacena individualmente en los dispositivos inteligentes de los usuarios, en lugar de hacerlo de forma

masiva en la nube, eliminando así preocupaciones de privacidad. Esto permite al usuario tener plena soberanía sobre la información biométrica y proporciona aproximadamente entre un 70% y un 90% de ahorro de costes.

Como plataforma innovadora de gestión del tráfico basada en IA, **UrbanLinkX** está pensada especialmente para potenciar la Urban Air Mobility (UAM), también conocida como taxis aéreos. La UAM operada por UrbanLinkX abordará las necesidades urgentes de viaje en ciudades como Nueva York y Los Ángeles, donde los movimientos diarios de personas pueden superar los 29 y 31 millones respectivamente y, en más del 99% de los casos, son de menos de 90 kilómetros, un segmento de distancia congestionado por el tráfico terrestre.

En cuanto a **Smart Crowd Analytics**, es la primera solución de ciudad inteligente LiDAR del mundo presentada por la Seúl (Corea del Sur), analiza el flujo de personas en callejones estrechos, garantizando la seguridad a través del análisis de la congestión en tiempo real para una rápida toma de decisiones por parte de los operadores para prevenir accidentes.

Con un promedio diario de más de 10.000 personas por sitio, despliega alertas a los ciudadanos cuando ocurren ciertos eventos de riesgo. Esta solución asequible cuesta menos de 0,01 dólares por persona y facilita una implementación rápida y generalizada. La solución ahora se ha ampliado a la gestión de colas en los aeropuertos y muestra un gran potencial para su aplicación en diversas industrias.

Sobre el terreno

Para mejorar la actividad de la construcción sobre el terreno, **Bobcat S7X** es la primera pala mecánica o cargadora compacta totalmente eléctrica del mundo. Alimentada por una batería de iones de litio, no emite emisiones, lo que brinda a los operadores la flexibilidad de trabajar en lugares nuevos, en sitios ambientalmente sensibles, en áreas con restricción de ruido e incluso en interiores.

En el proceso de creación del S7X totalmente eléctrico, **Bobcat** eliminó todo el sistema hidráulico y en su lugar utilizó motores eléctricos y actuadores de husillo de bolas. El S7X se unió a su cargador compacto de orugas T7X totalmente eléctrico, lanzado en el CES de 2022.

Ante la preocupación por los derrumbes de puentes y túneles debido a las elevadas cargas, las autoridades de las ciudades inteligentes están transformando estructuras de ingeniería tradicionales en estructuras inteligentes. La empresa **Intelligent Structures** de Estados Unidos ofrece soluciones de gestión del rendimiento de puentes, basadas en la monitorización del estado estructural y el IoT industrial (IIoT). Las principales características comprenden sensores para medir tensión, aceleración, temperatura, vibración, etc. así como controles críticos como alarmas o actuadores de cierre. Además, la solución también incluye análisis de big data y comunicaciones en la nube.

Atlas
tecnológico

PROGRAMA PARA EMPRESAS

Innovación Aumentada

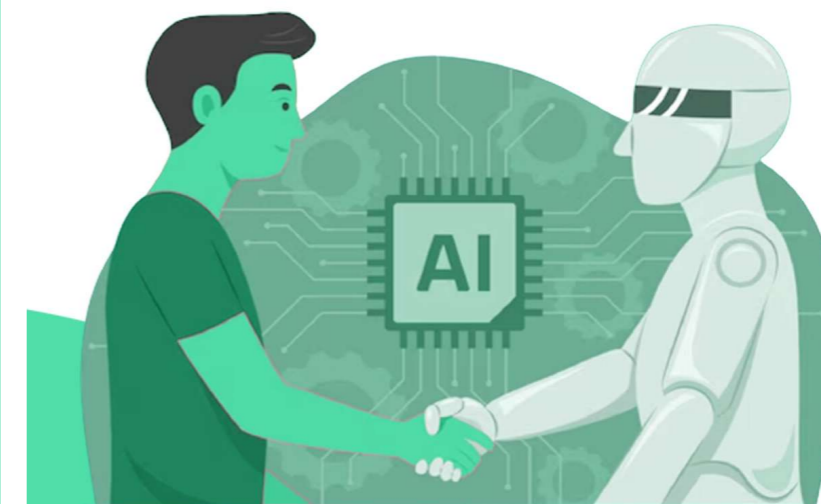
23, 24 y 25 de enero

Aprende de profesionales. Más de 20 años trabajando en innovación

IA Inteligencia Artificial

Chat GPT

Design Thinking con IA



20 PLAZAS DISPONIBLES

130 €* + IVA / PERSONA

* precio especial para empresas bajo suscripción Premium Atlas Tecnológico. El precio sin suscripción Premium será de 160€ + IVA. Existe un límite máximo de hasta 3 personas de la misma empresa.

Atlas
tecnológico innolandia.es
by Ángel Alba



EN TIEMPO REAL



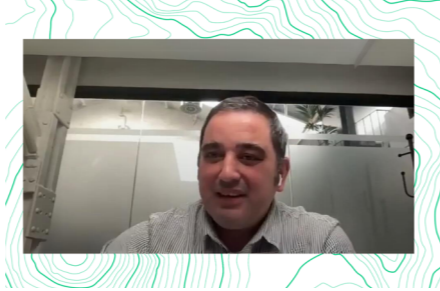
UN 30% POR ENCIMA DE LOS OBJETIVOS DE LA RONDA DE FINANCIACIÓN Y UN AUMENTO DE FACTURACIÓN DEL 70%

Un año de consolidación que anticipa un 2024 apasionante, con más actividad de intermediación, más eventos y actividades para aportar al ecosistema de la industria 4.0 en España. Atlas Tecnológico hace balance de un 2023 en el que las aportaciones al capital han superado el millón de euros y mira al futuro con confianza. [Leer](#)



ATLAS TECNOLÓGICO ESTRENA EN VALENCIA LOS EVENTOS 'NEW IN' CON APOYO A LOS SEMICONDUCTORES

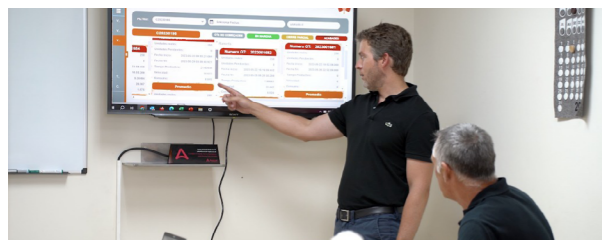
El evento New in València de Atlas Tecnológico reunió al sector de la microelectrónica y mostró un apoyo unánime al proyecto de Campus Internacional de Semiconductores mientras automóvil, aeroespacial, aeronáutico y defensa destacan como los sectores con más potencial para recibir un impulso gracias al desarrollo de los chips. [Leer](#)



MARCO LAUCELLI (GALEO) EN LA HORA PREMIUM: "EMPEZAMOS A VER REDES DE IOT A GRAN ESCALA"

La gestión de los datos se ha vuelto crecientemente compleja y representa uno de los desafíos más apasionantes del momento, según el fundador y CEO de Galeo, Marco Laucelli, quien planteó en La Hora Premium cómo administrar la información de forma valiosa para todos los ecosistemas que deben operar juntos. [Leer](#)

LUX-BOX



DIGITALES 'TRADICIONALES': TEXTIL, VIDRIO Y ALIMENTACIÓN

Una solución imaginativa de TecNALIA para acabar con las burbujas en las botellas de Vidrala; datos más fiables para la producción de fieltro de lana de Textil Olius gracias a Integral Innovation Experts; y una forma más exacta de contar los pimientos de congelados Edimar con las tecnologías implantadas por Rely, tres casos de éxito de empresas de nuestro ecosistema. [Leer](#)



LA QUÍMICA 'VERDE' DE SPB, DE ENVASES A ENERGÍA

Con un volumen de producción de 170 millones de unidades y 250 millones de litros al año, un catálogo de más de 250 referencias y presencia en más de 30 países, SPB es un referente del sector químico capaz de integrar las tecnologías digitales con sensibilidad medioambiental. Conoce su Historia Premium y sus casos de éxito. [Leer](#)

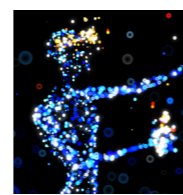
DEEPMIND RESUELVE UN PROBLEMA MATEMÁTICO CON LÍDER ESPAÑOL

Un equipo de DeepMind de Google encabezado por el murciano Bernardino Romero-Paredes ha utilizado un modelo LLM para resolver un problema matemático pendiente de solucionar. [Leer](#)



OPENUSD, TECNOLOGÍA DE CÓDIGO ABIERTO DISEÑADA POR PIXAR

La tecnología de código abierto OpenUSD puede ser un marco altamente extensible para describir, componer, simular, navegar de forma colaborativa y construir escenas 3D a cualquier escala. [Leer](#)



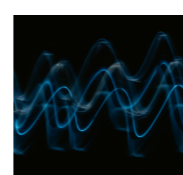
LAS CLAVES TECNOLÓGICAS DE 2024 REUNIDAS POR BEN EVANS

El tecnólogo y divulgador Ben Evans elabora cada año una gran presentación que explora las tendencias macro y estratégicas en la industria tecnológica. El tema escogido para 2024 es 'IA y todo lo demás'. [Leer](#)



LOS COMENTARIOS DE CTA A LA ESTRATEGIA NACIONAL DE ESPECTRO

La Consumer Technology Association (CTA), organizadora del CES de Las Vegas, ha enviado estos comentarios a la Estrategia Nacional del Espectro. [Leer](#)



CUADRO DE MANDOS

La excelencia y el compromiso traerán las estrellas



PABLO OLIEETE

Desde hace mucho tiempo admiro a la cocina vasca. Con poco más de veinte años tuve la suerte de que me invitaran a cenar al restaurante de Juan Mari Arzak y desde entonces no paro de buscar excusas para experimentar, primero con los promotores de la nueva cocina vasca y luego con sus nuevos exponentes. He disfrutado tanto en Zarauz con Karlos Arguiñano, como en el monte Igeldo con Pedro Subijana. No me puedo olvidar de la experiencia de participar en un curso de cocina en el Basque Culinary Center con mi hijo Álvaro.

Detrás de la mejor cocina del mundo, hay un claro compromiso con la excelencia y el desarrollo del talento. Sólo hay que analizar la carrera profesional de muchos de estos grandes maestros para identificar que, desde la generosidad y la vocación por desarrollar su legado, los grandes promotores de la nueva cocina vasca fueron capaces de crear un motor de desarrollo económico del territorio. Eneko Atxa se formó en casa de Martin Berasategui y de Andoni Luis Aduriz. El propio Adoni Luis Aduriz, se formó en casa de Juan Mari Arzak y de Pedro Subijana, entre otros. La cadena no para, te invito a revisarla.

¿Qué podemos aprender desde el sector de las tecnologías habilitadoras en España? Me gustaría que me contarais historias de personas con gran talento que desarrollaron proyectos de emprendimiento desde otras empresas. No veo grandes mentores que hayan permitido desarrollar carreras profesionales de sus mentorizados. Aunque no me guste personalizar, en mi caso sí tuve la suerte de que Tobías Martínez, entonces CEO de Cellnex Telecom, me diera el empujón definitivo para desarrollar mi proyecto personal en FOM. La mayoría de las empresas tecnológicas de nuestro país en estos momentos ya disponen de su presupuesto 2024 y seguramente de los principales indicadores por los que medirán el éxito del próximo ejercicio. Me gustaría saber si el desarrollo personal y profesional del equipo directivo forma parte de estos indicadores y cuáles son las métricas definidas para evaluarlo.

Recuerdo perfectamente el concepto que compartió Agustín J. Sáenz, de TECNALIA, en una #HoraPremium. Según nos comentó, su padre le decía: "Agus, la generosidad es rentable". Me gustaría entender que el compromiso por el desarrollo personal de los equipos tecnológicos sea más que una acción de generosidad, como sucede en el caso de los grandes maestros de la cocina vasca, de los que tenemos mucho que aprender desde la tecnología. De cada emprendedor tecnológico deberían surgir dos o tres más a lo largo de su carrera. En las reuniones de emprendedores he podido observar que las motivaciones extrínsecas tienen mucho más peso que las intrínsecas y, por supuesto, que las transcendentales.

Os propongo a todos aquellos que tenemos responsabilidades en empresas tecnológicas que revisemos nuestro compromiso con el legado. Yo he sido beneficiario del de Juan Roig, presidente de Mercadona, a través de su vehículo de mentorización de startups, Lanzadera. ¿No sería lógico analizar al final de cada ejercicio cuál ha sido el desarrollo personal y profesional de nuestros equipos y qué posibilidades les estamos dando para desplegar sus propios proyectos de forma independiente?

Estoy seguro, como dice el padre de Agus, de que si nos preocupamos por este tipo de cosas, va a resultar rentable como sector, al igual que lo ha sido para la cocina vasca. Quizás en unos años dejemos de anhelar que en cada uno de nuestros territorios surja un Silicon Valley y estaremos más próximos a crear un auténtico sector tecnológico colaborativo y comprometido con el desarrollo del talento. Espero que mi propuesta no quede en un propósito buenista. Desde la generosidad, con excelencia y compromiso, aparecerán las primeras estrellas Michelin para el sector tecnológico en España.

IDEASISTEMA

"En algunas ocasiones, es necesario rebajar las expectativas sobre los sistemas basados en inteligencia artificial, no por carencias de la tecnología, sino por la falta de datos y eventos suficientes con los que entrenar los modelos", Rubén Ramírez, CEO de Dira Reliability

"Mucha innovación se produce en áreas que permanecían independientes y se están solapando, de ahí el auge en las organizaciones de perfiles que cada vez incorporan de manera más liminal conocimientos que parecían inconexos. Generalmente, las empresas tienen un problema repartido por diferentes áreas", Javier González Recuenco, CSO de Singular Solving y colaborador de Atlas Tecnológico.

"En organizaciones muy grandes, donde el tipo de estructura es difícil de gestionar, la gente suele hacer caso omiso a la ideas de innovación, porque gestionarlas requeriría una serie de papeleos incesables, y consumiría más recursos de lo que debería", Laura Izquierdo, ARN Consulting

ALGORITMIA Y VIOLÍN

Davos coloca en el centro el elemento clave: la confianza

EUGENIO MALLOL



La Reunión Anual 2024 del Foro Económico Mundial (WEF) en Davos (Suiza) lleva el lema "Reconstruir la confianza". Persiste el concepto de "policrisis", de crisis en cascada y conectadas del momento, pero la sensación actual es que "incluso cuando dirigimos nuestra atención a las nuevas crisis, las antiguas persisten", según reconoce la propia organización.

La descripción que hace del panorama global alcanza cotas de neurastenia: fracturas geopolíticas, crisis generalizada del coste de vida, frágil seguridad energética y alimentaria y emergencia climática, se unen a conflictos devastadores, que permanecían relativamente aislados, pero continúan haciendo estragos, y a las turbulencias financieras que no se ven aminoradas por el hecho de que las economías occidentales están evitando la recesión.

Como tarea preparatoria del Foro de Davos, el WEF ha encargado a los líderes mundiales que reflexionen acerca de la siguiente cuestión: "¿Será el próximo año un período de "permacrisis"? ¿O será 2024 un momento de resolución y recuperación?" La apuesta de la organización que preside Klaus Schwab es restaurar la agenda colectiva con un espíritu de "regreso a lo básico" de diálogo abierto y constructivo entre los líderes de los gobiernos, las empresas y la sociedad civil.

"Conectar los puntos", dice el WEF, apropiándose del lema del Collaborate que ha programado Atlas Tecnológico en septiembre en Santander (es broma). Y reivindica la introducción de los últimos avances en la ciencia, la industria y la sociedad.

El encuentro se organiza, en fin, en torno a cuatro áreas: lograr seguridad y cooperación en un mundo fracturado; creando crecimiento y empleos para una nueva era; la inteligencia artificial como motor de la economía y la sociedad (y en este apartado plantea un asunto fundamental: ¿Cómo interactuará la IA con otras tecnologías transformadoras, incluidas 5/6 G, la computación cuántica y la biotecnología?); y una estrategia a largo plazo para el clima, la naturaleza y la energía.

Los que conocéis bien el mundo de la tecnología sabéis hasta qué punto es fundamental la confianza. En mi conversación con Jennifer Schooling, directora del Cambridge Centre for Smart Infrastructure and Construction, para el ATLASTECH REVIEW, aparece la cuestión con claridad: los distintos niveles de la cadena de valor en el ámbito de la construcción civil no se fian del resto y esto provoca un despilfarro de recursos. La confianza es la esencia de la economía, construirla cuesta muchos años de esfuerzo, pero se destruye en un instante.

A veces da la sensación de que estamos buscando bálsamos y calderilla de terceros para resolver nuestros problemas, pero en realidad existen porque no queremos afrontar la razón fundamental de su emergencia: nuestra incapacidad para construir confianza.



Fachada del FersaLab, donde se desarrollará la segunda jornada del Collaborate Zaragoza 2024.

COLLABORATE CONECTARÁ EL ESPACIO, EL TREN Y EL MIT

ESTARÁN EN ZARAGOZA EL PRESIDENTE DE PLD SPACE, LA DIRECTORA DEL DIGITAL SUPPLY CHAIN TRANSFORMATION LAB DEL MIT Y EL NEW BUSINESS MANAGER DE CAF

EQUIPO ATLAS

En un mercado que exige satisfacer sus necesidades de forma cada vez más inmediata, por distintos canales y con un nivel máximo de adaptación al cambio, la velocidad de reacción es clave. Innovar antes puede ser más determinante desde el punto de vista de la competitividad de una compañía que hacerlo mejor.

Collaborate Zaragoza 2024 abordará el desafío de la Velocidad los días 6 y 7 de marzo. Como sucedió en Málaga, se repetirá la fórmula de un evento, dos sedes. El primer día, todos los contenidos se localizarán en el nuevo edificio Fersalab, en el que el fabricante de rodamientos Fersa concentra su actividad de I+D+i. El segundo día se trasladarán a las instalaciones del centro tecnológico ITAINNOVA. La cooperación fomenta el desarrollo del ecosistema local y contribuye al fortalecimiento de la comunidad tecnológica.

Ya se pueden avanzar algunos de los protagonistas y los contenidos que convierten a la cita de Zaragoza en ineludible. Como viene siendo habitual en todos los Collaborate que organiza Atlas Tecnológico, la mañana del primer día se dedicará a la visita a empresas, clave para aproximarse a la realidad de la industria 4.0. A mediodía, los asistentes en representación de entidades Premium del ecosistema y los colaboradores podrán asistir a la Comida Premium, para la que está confirmada ya la participación como ponente de Ezequiel Sánchez, presidente ejecutivo de PLD Space, la primera startup europea capaz de lanzar un cohete comercial al espacio. Cerrará ese primer día María Jesús Sáenz, directora del Digital Supply Chain Transformation Lab del MIT Center for Transportation and Logistics.

A continuación, dará comienzo el Collaborate Velocity Zaragoza 2024 con todas las secciones que hacen de este encuentro un espacio único para el networking: po-

nencias, mesas redondas, conversaciones, casos de uso, que esta vez llevarán el título de Rapid Blocks y contarán con un reloj de arena para controlar tiempos (el lema de Velocity estará presente en todo el evento), la cena y el showroom.

Una de las novedades del Collaborate Velocity Zaragoza 2024 será la ampliación del desarrollo del formato One to One, del que los asistentes se podrán beneficiar durante los dos días del evento. La segunda sesión se insertará a media mañana, entre las ponencias, las mesas redondas y los casos de éxito, que en este caso reciben el nombre de Rapid Blocks, atendiendo a la demanda de más margen para el networking que ha venido recibiendo Atlas Tecnológico de los participantes en las ediciones anteriores.

Entre los ponentes confirmados está también Jokín Lopetegui, corporate development & new business manager en CAF. El CEO de Fersa, Carlos Oehling, mantendrá una conversación con el conductor del Collaborate, el periodista televisivo Sergio Martín. Y en el bloque Hourglass, el fundador y CEO de Innolandia, Ángel Alba, compartirá una charla con empresas.

El Collaborate Velocity Zaragoza 2024 cuenta con Fersa como entidad promotora y el Instituto Tecnológico de Aragón (ITAINNOVA) como colaborador. Los patrocinadores Platinum son Integral Innovation Experts, MESBook, Lodisna, Rely, TST, TLSI y los Gold son Tecnalia, Innolandia y Sciling.

Dotarse de la tecnología adecuada, con la celeridad suficiente y en las condiciones que requiere el proceso productivo puede marcar el destino de una organización, pero no es suficiente. Hay que adaptar las propias estructuras, formar a los equipos y configurar ecosistemas resilientes y flexibles con clientes y proveedores, en colaboración con el sector público. Se ha acelerado el ritmo de acceso al conocimiento y muchos ámbitos tecnológicos que hasta hace poco permanecían lejos del alcance de la mayoría del tejido productivo se están democratizando.