

Robótica y 3D: automatización en el proceso de infraestructuras

El diseño y la construcción han evolucionado de una manera notable en los últimos 15 años, inicialmente impulsados por las nuevas exigencias demográficas y sociales. La evolución tecnológica ha cumplido un papel fundamental en este avance, y técnicas como la impresión 3D o la robótica están acercando la mecánica de edificación hacia la automatización. Aunque como toda innovación reciente aún se encuentra en proceso de normalización y certificaciones, ya se han dado prometedores pasos en la implantación de la cibernética en el desarrollo de infraestructuras.

El sector de la construcción afronta un periodo positivo, pero de gran exigencia. El segmento de la edificación, tanto residencial como industrial, tiene perspectivas de crecimiento para este 2020. Según estudios del Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITeC), los inversores aún perciben a España como un mercado rentable, y dos de los nichos de mercado que gozan de una previsión positiva de expansión son el sector logístico y de oficinas. A pesar de que muchos de los procesos se han mantenido inalterables -excepto en el desarrollo de maquinaria tradicional- y en comparación con otros sectores su nivel de digitalización es muy bajo, la oleada tecnológica que está transformando otros sectores está alcanzando el de la construcción e infraestructuras.

Como en la mayoría de los procesos industriales, el detonante de este giro transformador ha sido la automatización de tareas, que poco a poco se va implantando de manera exitosa en las distintas fases de un proyecto. Aunque la reducción de costes que supone es notable -puede mitigar el gasto hasta en un 35%- , existen otras razones para optar por la robotización de tareas, como nos explica Vicente Ramírez, arquitecto de Be More 3D. “Desde hace tiempo, la innovación tecnológica va enfocada a incrementar los rendimientos, pero también a reducir emisiones de CO₂ y a la utilización de nuevos materiales”, asegura. La mecanización de los procesos constructivos comienza desde la creación de los distintos elementos que conforman una infraestructura hasta su ensamblaje final.

Si bien la impresión 3D es una herramienta de largo recorrido -las primeras pruebas exitosas se hicieron en 1984- ha sido en el siglo XXI cuando ha incidido de forma trascendental en campos como la medicina, el arte o la alimentación. No fue hasta 2004 cuando se convirtió en una posibilidad para la construcción, cuando el profesor Behrokh Khoshnevis (Universidad de Carolina del Sur), experto en la materia, fabricó el primer muro mediante esta tecnología. En la actualidad, está llamada a marcar el futuro de la construcción. “La impresión 3D es cada vez más frecuente a medida que la metodología es mejor y más asequible. Nuestras investigaciones se centran, principalmente, en el uso de hormigón, y teóricamente puede ser utilizado para cualquier tipo de construcción, aunque aún existen aspectos técnicos que deben ser estudiados”, explica Timothy Sandy, ingeniero del NCCR Digital Fabrication de Suiza.

Desde hace tiempo, la innovación tecnológica va enfocada a incrementar los rendimientos,

pero también a reducir emisiones de CO2 y a la utilización de nuevos materiales de construcción

Un comienzo prometedor

La impresión 3D en materia de construcción se hace partiendo de la técnica desarrollada por el profesor Khoshnevis, Contour Crafting, que con la superposición de capas da lugar a estructuras completas y subcomponentes. Como explica Sandy, esto abre todas las posibilidades de fabricación al ingenio del arquitecto. “Las nuevas tecnologías permiten nuevas geometrías. Por lo tanto, mediante el uso de fabricación digital cada elemento del diseño de un edificio puede ser construido a medida, siguiendo exactamente los requisitos de su ubicación final”, explica Sandy. “En cuanto a la planificación, es igual que con un sistema convencional”, añade Vicente Ramírez, “en el diseño, se consigue un nuevo abanico de posibilidades, pero también se tiene que esbozar pensando qué quieres imprimir. Es la manera de exprimir al máximo las ventajas de esta tecnología”. El resultado de esta libertad creativa se pudo observar a principios de 2020 en el museo de diseño escocés V&A Dundee, que expuso -de la mano de Gramazio Kohler Research y la Escuela Politécnica de Zúrich- una estructura de madera (Up-Sticks) compuesta por más de 2.000 tablones de abeto y tarugos de haya, inspirada en los métodos de construcción tradicionales pero que se creó utilizando técnicas computacionales y tecnologías robóticas en su diseño, trazo y colocación.

Más allá de este escenario de exhibición, ya se han llevado a la práctica varias iniciativas. En España, la empresa Be More 3D, surgida en 2014 del engranaje emprendedor de la Universidad Politécnica de Valencia, logró construir la primera casa in situ con una impresora 3D del país. Ramírez, uno de los responsables del proyecto, asegura que “fue todo un éxito. Empezamos con la impresión en plástico y en menos de un año pasamos a imprimir con hormigón. Al principio piezas pequeñas, para probar la máquina y el material desarrollado junto con la UPV. Después, pasamos a imprimir la vivienda”. La textura final ha mostrado una gran resistencia a las desavenencias climatológicas. “Utilizamos un micro hormigón que se puede usar a temperaturas entre los 0 y los 50 grados. A finales de 2019 construimos la primera casa 3D de todo África, probamos las temperaturas extremas del continente, y se ha comportado muy bien, aunque no es lo recomendado por el vigente código técnico español”, matiza.

La impresión 3D consigue reducir material de desecho construyendo losas hasta con un 65% menos de hormigón que las tradicionales.

Las ventajas de este tipo de mecánica de fabricación son indiscutibles: reducción de costes, limitación de residuos, polvo y ruido hasta en un 85%, libertad de formas y personalización. A pesar de eso, se siguen encontrando reticencias dentro del propio sector. “Como siempre, en una tecnología incipiente en el mercado -y disruptiva-, las principales barreras de entrada son el miedo y el desconocimiento. Con proyectos piloto como los de Valencia y Marruecos se consigue romper esa pared”, explica.

Deja también claro que esta tecnología no ha llegado para sustituir al elemento humano, sino para

potenciar su trabajo. “Se complementa perfectamente con la técnica de construcción tradicional, ya que con la impresora solo fabricas los muros de carga, la estructura. Después entran todos los oficios como una edificación convencional. Además, reduce al máximo los riesgos laborales, al no tener que realizar trabajos en altura para la ejecución de la estructura”, explica.

Por el momento, la creación se limita a este esqueleto, aunque las investigaciones prosperan rápidamente. “Pienso que con los años incluso los muebles impresos tendrán su mercado. En cualquier caso, y por fortuna, la mano del hombre siempre tendrá que estar ahí. En cuanto a los retos que afrontamos, en la actualidad estamos desarrollando una nueva tecnología: una impresora-multi capaz de imprimir edificios de hasta cinco plantas de altura”, avanza.

Aliados de la robótica

Desde hace décadas, la automatización de procesos ha ido haciéndose un hueco en el sector de la construcción. De una mecanización sencilla para facilitar el trabajo se ha pasado en los últimos años a una tendencia a la robotización que, de la mano de los productos 3D -que ya son capaces de imprimir estancias de 60 m2 en no más de 8 horas-, están dando con un sistema autónomo de fabricación que ha mejorado notablemente la precisión y la productividad. Toda esta evolución está dando lugar a una eficiencia impensable hasta ahora. “Nuestras tecnologías robóticas son adecuadas para tareas repetitivas donde la fuerza requerida es de cargas de 5 a 20kg. Aunque aún se tiene alguna dificultad para ejecutar ciertas tareas in situ, hay evidencias iniciales que demuestran que permiten la fabricación de estructuras muy precisas, incluso imposibles de realizar a mano”, asegura Timothy Sandy.

Esta tecnología también tiene vocación de herramienta. “Al utilizar robots en este escenario no solo se crea algo nuevo, sino que también se reduce el riesgo de lesiones, ya que el robot realiza todo el trabajo de elevación”, explica Sandy. Ramírez, convencido de que “la robótica no tiene límites”, añade que será muy beneficioso para el trabajador del gremio. “Crearé nuevos puestos de trabajo, por supuesto. Si con el mismo dinero se consiguen hacer más viviendas, sin duda se generarán puestos relacionados con la construcción, además de nuevas profesiones que nunca habían existido”. Sandy apunta además que “existe la opción de teledirección de maquinaria, lo que permitirá a los operarios trabajar desde entornos más seguros y cómodos, lo que será especialmente útil en labores de excavación de terrenos extremos.

La integración de estas figuras autónomas se va haciendo poco a poco, pero se afianza casi en los primeros pasos. “Estamos llevando a cabo líneas de trabajo que tienen como objeto la automatización parcial o total de la maquinaria tradicional (excavadoras, grúas, etc.). Por último, se están desarrollando soluciones robóticas que simplemente monitorizan la obra, generando abundantes datos sobre su estado que alimentan modelos BIM para la mejora de la gestión y logística del proyecto”, concluye Sandy.

Otras tecnologías inmersivas

La implantación tecnológica no se ha limitado a la fase de construcción, y en pasos contiguos

-desde el diseño del proyecto hasta el mantenimiento posterior- se ha llevado a cabo un cambio de paradigma basado en la virtualización de tareas y la acumulación de datos que mejoran el rendimiento y optimizan los tiempos y la calidad del trabajo. Algunas de las tecnologías que están formando parte de este avance son:

- **Building Information Modeling (BIM)**. es un sistema de modelado que centraliza toda la información correspondiente a un proyecto de construcción. Supone un importante avance respecto a los sistemas de diseño tradicionales, ya que optimiza costes y genera modificaciones en tiempo real sin tener que repetir trabajos de diseño y con todos los agentes implicados. Esta tecnología también es sumamente útil en la fase posterior de explotación de las infraestructuras, ya que poseen una información actualizada y fiable, por lo que no es solo una herramienta de planificación, sino de gestión del conjunto.
- **Realidad Aumentada**. Según explica Timothy Sandy, se están desarrollando “soluciones para la guía de realidad aumentada para edificaciones in situ que pueden mejorar la productividad de los constructores, al hacer que la información del modelo digital de la obra sea más accesible e intuitiva. También permiten crear módulos que utilizando métodos convencionales no podrían ser construidos. Esta tecnología puede aprovechar los modelos BIM para mejorar el rendimiento y también medir aspectos de la obra, obteniendo a su vez más datos que alimenten el modelo y ayuden en la planificación y la logística. Los dispositivos de realidad aumentada disponibles (como, por ejemplo, Hololens2), tienen limitaciones en cuanto al campo de visión, tamaño y brillo, pero eso debería mejorar rápidamente en los próximos años”.

Han participado en la elaboración de este artículo...

Vicente Ramírez es Director de Operaciones y Proyectos I+D, logística en la implantación de nuevos proyectos, gestión de clientes y expansión internacional en Be More 3D. Se graduó en Arquitectura Técnica por la UPV y realizó un ciclo formativo de grado superior en aplicación y desarrollo de proyectos de construcción.

En 2018 obtuvo un máster en Startup Administration por la Universidad Politécnica de Valencia.

Timothy Sandy se licenció con honores en Ingeniería Mecánica por la Universidad Carnegie Mellon de Estados Unidos en 2008. Trabajó durante 3 años en un programa de Eaton Corporation, en el que desarrolló productos para las industrias aeroespacial, automotriz y de transporte comercial. Cuando volvió a Suiza, cursó un máster en Robótica, Sistemas y Control por la Escuela Politécnica Federal de Zúrich en 2013. Desde septiembre de 2014, forma parte del National Centre of Competence in Research (NCCR) Digital Fabrication, y sus investigaciones se centran en Machine Learning, Inteligencia Artificial y Robótica.